

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

**Smartphone como soporte para Interacción Afectiva:
Expresión Afectiva**

**Ainoa Peinador Yubero
Tutor: Jaime Moreno Llorena**

Julio 2016

Smartphone como soporte para Interacción Afectiva: Expresión Afectiva

Ainoa Peinador Yubero
Tutor: Jaime Moreno Llorena

Resumen

En la actualidad, los dispositivos móviles inteligentes o Smartphones, tienen un papel muy importante ya que han tenido un gran auge, aportando nuevas funcionalidades en sus características. La mayor parte de la sociedad hace uso diario de estos dispositivos y sus funcionalidades, aportando un cambio en la sociedad, ya que la gran mayoría de la población lleva uno consigo en todo momento. Esto, ha supuesto un reto en la interacción persona-ordenador.

La computación afectiva trata de adquirir los mismos beneficios usando las emociones en los sistemas interactivos que las personas obtienen en su interacción, utilizando las funcionalidades para poder reconocer, interpretar y expresar emociones relacionadas con los individuos que hacen uso de dichos dispositivos.

El objetivo de este trabajo es el análisis y diseño de las expresiones emocionales para la creación de una biblioteca para dicho tipo de expresión, además del análisis de las capacidades de los Smartphone como dispositivos de expresión emocional, diseñando una aplicación que maneje lo que devuelve dicha biblioteca y que sea interactivo con el usuario que haga uso de la misma. La aplicación hará uso de la biblioteca para poder simular emociones en el Smartphone en el que se está ejecutando.

La biblioteca será diseñada para poder ser extensible, es decir, en el caso de que haya nuevas formas de expresión, esta tendrá la capacidad de poder ser incorporadas en ella para que se tengan en cuenta a la hora de expresar emociones.

Este documento recoge todos los datos necesarios para lograr el objetivo anterior, detallando los distintos procesos llevados a cabo, análisis de requisitos y tecnologías que pueden ser usadas, estrategias de diseño, implementación llevada a cabo y las pruebas realizadas.

Palabras clave: Smartphone, Interacción Afectiva, Interacción Persona-Ordenador, emoción, sensor, Computación Afectiva, vestible.

Abstract

Currently, mobile intelligent devices or smartphones, have a very important role because they have had a boom, providing new features with its characteristics. Most of society makes daily use of these devices and their features, bringing a change in the society, since the vast majority of the population carries one at all times. This has been a challenge in human-computer interaction.

Affective computing attempts to acquire the same benefits using emotions in interactive systems that people get in their interaction, using the features to recognize, interpret and express emotions related to individuals who use such devices.

The aim of this work is the analysis and design of emotional expressions to create a library for that type of expression, analysis of the capabilities of Smartphone devices as emotional expression, designing an application that handles what the library returns and the application must be interactive with the user that uses it. The application will use the library to simulate emotions in the Smartphone in which it is running.

The library will be designed to be extensible, ie, if advice new forms of expression, this will have the ability to be incorporated in it to be taken into account when expressing emotions.

This document contains all data necessary to achieve the above objective, detailing the various processes carried out, requirements analysis and technologies that can be used, design strategies, implementation and carried out tests.

Keywords: Smartphone, Affective Interaction (AI), Human–Computer Interaction (HCI), emotion, sensor, Affective Computing, wearable.

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer todo el esfuerzo, la ayuda y la paciencia de mi tutor Jaime Moreno Llorena, ya que me ha hecho sacar fuerzas, tener los pies en la tierra. Gracias por la oportunidad de poder realizar este trabajo.

Gracias al equipo docente de la EPS, que durante esta etapa de mi vida me ha enseñado, ayudado sin poner objeciones cuando he pedido alguna tutoría de última hora y demás.

A la gran profesional Tamara Moreno Blanco, psicóloga especialista en terapia infantil con número de colegiado M-24062. Gracias por toda la ayuda brindada, por los consejos y por ayudarme a sacar adelante mi idea.

A mi familia, Nerea, Nora, mamá, tío y mis yayos, sin vosotros esto no hubiese sido posible. Vuestro apoyo incondicional y vuestro cariño es lo que me hace seguir y terminar esta etapa de mi vida.

A Javi, por ser mi compañero de prácticas, por los cafés en la cafetería, por ayudarme día a día, por estar en los momentos buenos y en los malos, por decirme las cosas como son y alentarme cuando ha sido necesario.

A mis amigos, Dani, Tamara, Javi, Sara, Variño, Nat e Isra por aguantar mis locuras, por darme ánimos cuando no podía más, por darme consejos y sobre todo por estar ahí siempre.

A Jorge, a pesar de todo, durante este tiempo que he tenido bajones, querer dejar la carrera y tú siempre has tenido la fuerza para hacerme continuar y terminar lo que empecé.

Por último, pero no menos importante, a mis chicos, *Criaturas de mordor*, Luis, Riaño, Tony, Pablo, Lucky, Jai, Alvarito, Javi y Miguel. Por todos esos momentos inolvidables que hemos pasado dentro y fuera de las paredes de la EPS. Gracias por vuestro ánimo, compañía, por las risas y discusiones, sin vosotros esto no hubiese sido lo mismo.

Índice de contenidos

Resumen	V
Abstract	VI
Agradecimientos	VII
Capítulo 1	1
Introducción	1
1.1 Motivación.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Etapas de desarrollo.....	3
1.4 Estructura de la memoria.....	4
Capítulo 2	5
Estado del arte	5
2.1 Emociones	5
2.2 Computación afectiva.....	7
Capítulo 3	10
Propuesta	10
3.1 Análisis	10
3.1.1 Análisis de los Smartphone	10
3.1.2 Análisis de las formas de expresiones emocionales	13
3.1.2.1 <i>Expresión óptica</i>	13
3.1.2.2 <i>Expresión acústica</i>	15
3.1.2.3 <i>Expresión háptica</i>	16
3.1.2.4 <i>Cercanía en la expresión, proxémia</i>	16
3.1.3 Análisis de las interfaces de salida de Android y expresiones humanas ...	17
3.1.4 Análisis de tecnologías Hardware / Software.....	17
3.1.4.1. <i>Análisis de tecnologías Hardware</i>	17
3.1.4.2. <i>Análisis de tecnologías Software</i>	18
3.1.5 Requisitos funcionales	18
3.1.6 Requisitos no funcionales	19
3.2 Diseño.....	21
3.2.1 Diseño de la biblioteca	23
3.2.1.1. <i>Diseño de clases de la biblioteca</i>	24
3.2.2 Diseño de la aplicación Android e interfaz de uso.	24
3.2.2.1. <i>Diseño de clases de la aplicación</i>	26
3.2.3 Diseño de la base de datos	26
3.3 Implementación	28
3.3.1 Implementación de la biblioteca	30
3.3.2 Implementación de la interfaz de uso (Aplicación Android).....	32
3.3.3 Implementación de la base de datos	35
Capítulo 4	35
Pruebas	35
4.1 Pruebas de la biblioteca	35
4.2 Pruebas de la aplicación.	35
Capítulo 5	38
Conclusiones y trabajo futuro	38
5.1 Conclusiones.....	38
5.2 Trabajo futuro	38

Índice de tablas

Tabla 3.1: datos de los sensores y emisores que pueden ofrecen Smartphones.

Fuente: propia, datos Amazon..... 11

Tabla 3.2: Relación emociones-colores según Argyle. Fuente: propia. 13

Tabla 3.3: Relación emociones-colores según Heller. Fuente: propia..... 13

Tabla 3.4: Relación emociones-tipo de música. Fuente: propia..... 14

Índice de figuras

<i>Figura 2.1. Modelo emocional Plutchik</i>	6
<i>Figura 2.2. Modelo emocional Russel</i>	7
<i>Figura 2.3. Modelo emocional Lövheim</i>	7
<i>Figura 2.4. Captura de programa Affective</i>	8
<i>Figura 2.5. Captura de programa LiVOX</i>	9
<i>Figura 3.1. Expresión afectiva. Fuente: propia.</i>	21
<i>Figura 3.2. Inferencia afectiva. Fuente: propia.</i>	22
<i>Figura 3.3. Emociones en eje de coordenadas de Russell. Fuente: [35].</i>	23
<i>Figura 3.4. Diagrama de clases de la biblioteca. Fuente: propia.</i>	24
<i>Figura 3.5. Interacción entre la biblioteca y el smartphone. Fuente:propia.</i>	25
<i>Figura 3.6. Diagrama de clases de la aplicación Android. Fuente: propia.</i>	26
<i>Figura 3.7. Diagrama entidad-relación de la base de datos de la aplicación.</i> <i>Fuente: propia.</i>	27
<i>Figura 3.8. Acceso de la aplicación a la base de datos. Fuente: propia.</i>	27
<i>Figura 4.1. Resultado de las pruebas con JUnit de la biblioteca.</i>	35
<i>Figura 4.10. Consejo</i>	37
<i>Figura 4.2.A. Recogida parámetros</i>	36
<i>Figura 4.2.B. Valores parámetros</i>	36
<i>Figura 4.3. Resultado</i>	36
<i>Figura 4.4. Emociones por cuadrante</i>	36
<i>Figura 4.5. Emociones</i>	36
<i>Figura 4.6. Resultado</i>	36
<i>Figura 4.7. Emociones por cuadrante</i>	37
<i>Figura 4.8. Emociones</i>	37
<i>Figura 4.9. Lo que provoca la emoción</i>	37

Capítulo 1

Introducción

1.1 Motivación

El hombre siempre ha tenido la necesidad de comunicarse y con el paso del tiempo, ha cambiado su forma de expresión, agregando nuevas formas de interacción. Al igual que la comunicación entre las personas ha evolucionado, también lo ha hecho la tecnología, aportando un cambio en la sociedad y en su manera relacionarse, no solo desde el punto de vista de la interacción entre personas, sino también desde el de la interacción persona-ordenador. La relación de la evolución entre los dispositivos y la comunicación ha supuesto un cambio estructural en los mismos, proporcionando pantallas más grandes, disposición de internet a todas horas y nuevas capacidades que un ordenador no dispone, como por ejemplo, sensores o comunicaciones que abren la puerta a nuevas funcionalidades y nuevas formas de comunicación.

En la comunicación que existe entre personas, es fundamental la manera de hacerlo, así como las expresiones de emociones, que suelen codificarse mediante diversas modalidades en la comunicación entre humanos, pudiendo percibir y expresar emociones, sin embargo, un dispositivo no puede reconocer, interpretar ni expresar los gestos y sonidos que el emisor crea para poder transmitir de una determinada manera un sentimiento. Por ello, a no ser que tenga un software especializado para ello, un dispositivo no reconocerá ni será capaz de emitir sentimientos.

Para obtener una interacción parecida a la de persona-persona, sería útil tener aplicaciones que pudieran reconocer y expresar determinadas emociones, lo cual está limitado a los sensores y los sistemas de salida del dispositivo que se esté usando, aunque estos son cada vez más sofisticados y numerosos. Este problema, puede reducirse en cierta medida gracias a la aparición de los dispositivos inteligentes, es decir, los Smartphone (teléfonos, tabletas, smartwatch,...), ya que cada vez son más populares en la sociedad de hoy en día. Estos dispositivos también son más importantes en la comunicación entre personas, pero están limitados, puesto que carecen de comunicación emocional, aunque disponen de recursos para intentar soportarla. La gente utiliza voluntariamente estos pequeños artilugios en su vida cotidiana, y sus usuarios suelen mantenerse muy cerca de ellos todo el tiempo, con lo que el empleo de estos recursos podría servir para desarrollar nuevos sistemas de Interacción Afectiva (Affective Interaction o AI en inglés) en el ámbito de la interacción persona-ordenador (Human-Computer Interaction o HCI en inglés).

AI, es un área de investigación de HCI, que se ocupa del estudio y desarrollo de sistemas y dispositivos que pueden reconocer, interpretar, procesar y simular el comportamiento afectivo humano, tratando de obtener los mismos beneficios usando las emociones en los sistemas interactivos que tienen las personas en otros ámbitos.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo, publicó un informe [1] en el que refleja que, en junio del año 2014, el 53.7% de los españoles tenía un teléfono inteligente (considerando que el 88.2% de la población española utilizaba habitualmente el teléfono móvil). También era significativo con 28.5% de usuarios en España, era ya en aquel momento uno de los países de la Unión Europea con mayor número de teléfonos móviles inteligentes. También ha habido un aumento muy importante en la banda ancha móvil, 69.6% de los españoles dispone de Internet en casa o en el móvil.

Con el crecimiento mayoritario del uso de dichos dispositivos, es interesante la creación funciones de carácter emocional para dispositivos móviles pudiendo crear una mejor interacción persona-persona mediada por dispositivos inteligentes. Es decir, que los dispositivos, puedan percibir o interpretar nuestras emociones a partir de los datos que obtienen desde sus sensores y también expresar de forma adecuada tales emociones, a través de las salidas disponibles.

El trabajo que se expone en este documento implementa una biblioteca para facilitar la expresión emocional en aplicaciones para dispositivos inteligentes, en vista de que pueden tratarse de forma independientes los mecanismos de captura e interpretación de señales emocionales y los procesos de expresión emocional de sentimientos establecidos por algún procedimiento automático o no.

1.2 Objetivos

Este trabajo se centra en los teléfonos móviles inteligentes o Smartphones. Uno de los problemas que tienen, como cualquier otro dispositivo tecnológico, es que, hasta la fecha, no son capaces de transmitir ni expresar emociones humanas de forma multimodal. Por este motivo, el objetivo de este trabajo es estudiar las posibilidades de los Smartphones como medio de expresión emocional, a través de las salidas de las que dispone tal dispositivo, como por ejemplo la pantalla o la vibración, para poder mostrar las emociones humanas y así poder interactuar con una persona de forma más parecida a como otra persona lo haría.

Para hacer esto posible, es necesario el estudio de los mecanismos de salida más habituales en los dispositivos móviles inteligentes, analizando los Smartphones más comunes en la actualidad e identificar así las posibilidades de dichos mecanismos como medio de expresión emocional.

Se requerirá además el desarrollo de una biblioteca que implemente una interfaz de expresión afectiva que aproveche las características y funcionalidades de los teléfonos para la integración de aplicaciones emocionales. Con ello, se pretende ofrecer soluciones y mejoras en este sentido para aplicaciones que se usan en nuestro día a día desde una perspectiva tecnológica poco explotada.

Junto a la biblioteca, se va a desarrollar una pequeña aplicación para el sistema operativo Android, que hará uso las interfaces emocionales de salida más comunes en los dispositivos inteligentes actuales, para mostrar estados de ánimo de personas utilizando la biblioteca desarrollada.

1.3 Etapas de desarrollo

Para el correcto desarrollo del proyecto software es necesario seleccionar un modelo de ciclo de vida [2], definiendo cada una de sus etapas desde el inicio hasta la última fase. Entre ellas se encuentra la fase de validación y pruebas, crucial para garantizar que el software cumple con los requisitos de la aplicación y verificar los procedimientos de desarrollo. Las etapas de nuestro ciclo de vida son las siguientes [3]:

1. **Análisis de requisitos:**

Análisis del problema y especificación completa del comportamiento externo que se espera del sistema software que se va a construir, así como de los flujos de información y control. La idea y el objetivo del proyecto se analizan mediante la definición de sus necesidades y limitaciones. La especificación de los requisitos sirve como base para las actividades de prueba y validación, y tiene mucha importancia, puesto que el impacto de cometer errores en esta fase puede dar como resultado un producto que no es lo que se esperaba.

2. **Diseño:**

Es el proceso en el cual se definen arquitectura, componentes, módulos, e interfaces, el lenguaje en el que se va a desarrollar, los procedimientos de prueba y datos de un sistema software para satisfacer unos requisitos especificados.

3. **Implementación:**

Es el momento en el que se “traducen” las especificaciones de diseño en el lenguaje de programación escogido en la etapa anterior.

Es la etapa más larga, puesto que el código de la aplicación y los datos van a ser desarrollados.

4. **Pruebas:**

Un error existe cuando el software no hace lo que el usuario espera que haga, acordado previamente en la especificación de requisitos, es decir, en la fase de Análisis. Esta fase es en donde se comprueba que no existen errores, y se valida que el programa funciona de manera correcta. En el caso de encontrarse errores es necesario volver a la fase de “Implementación”.

5. **Mantenimiento:**

Esta fase, comprende la modificación de dicho producto después de haber sido entregado a los clientes con el fin de corregir defectos, mejorar el rendimiento u otros atributos, o adaptarlo a un cambio en su entorno.

Decidir qué modelos de proceso y ciclo de vida se seleccionará para estructurar las fases del proyecto, no es nada sencillo. El modelo [3] aplicado en este caso ha sido el modelo en espiral, que se basa en la filosofía de construir incrementando las funcionalidades del programa. Este modelo aplica secuencias lineales de forma escalonada mientras progresa el tiempo en el calendario. Cada secuencia lineal produce un incremento del software. Mediante este modelo se genera software operativo de forma rápida y en etapas tempranas del ciclo de vida del software.

El modelo en espiral genera un plan para manejar los desarrollos de un proyecto y se establece una aproximación a la siguiente iteración. Con cada iteración se produce una

aproximación al producto final, comenzando con una parte del proyecto y expandiéndola hasta la siguiente iteración. En cada iteración se determinan objetivos, alternativas y límites, para comprobar que el desarrollo es el correcto y que pasa las pruebas.

1.4 Estructura de la memoria

La memoria del proyecto se divide en los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Introducción: motivación y objetivos del proyecto.

En este capítulo se comenta la motivación y los objetivos del trabajo.

Capítulo 2. Estado del arte:

En este capítulo se muestra el estado actual de los estudios y aplicaciones relacionados con la computación afectiva.

Capítulo 3. Propuesta.

En este capítulo se encuentra el análisis de requisitos, se definirá el diseño y el proceso de desarrollo de la biblioteca junto con la aplicación.

Capítulo 4. Pruebas.

Se comentarán las pruebas realizadas sobre la biblioteca y la aplicación desarrolladas.

Capítulo 5. Conclusiones y trabajo futuro.

En último lugar, se realizarán unas conclusiones personales y la evaluación de la aplicación desarrollada, además de enunciarse las posibles mejoras que se introducirán para el trabajo futuro.

Referencias y apéndices.

Capítulo 2

Estado del arte

2.1 Emociones

Para poder entender la computación afectiva, se debe entender qué son las emociones y como se clasifican.

Las emociones son, según la RAE, “alteraciones del ánimo intensas y pasajeras, agradables o penosas que van acompañadas de cierta conmoción somática”. La definición psicológica es que “las emociones son reacciones psicológicas que representan modos de adaptación a ciertos estímulos del individuo”. Para poder llegar a una conclusión es necesario que se tengan en cuenta las tres teorías principales sobre las emociones [4]:

Toda emoción lleva consigo sentimientos, que son una consecuencia de los cambios fisiológicos, en 1884 William James y en 1885 Carl Lange [5], proponen que después de la percepción de un estímulo se generan unas respuestas fisiológicas y motoras que son las que producen la experiencia del sentimiento. Una terapia que se basa en esta teoría es la risoterapia, puesto que al reír, se producen los sentimientos relacionados con la alegría.

Además de los sentimientos asociados, llevan consigo una experiencia subjetiva de la emoción ante un estímulo, en 1927 Walter Cannon [6] propuso que las reacciones físicas son las mismas para distintas emociones, cambiando la hasta entonces vigente teoría de James-Lange. Al tener una sola reacción física no se puede reconocer una emoción asociada a esta. Sus ideas fueron recogidas por su discípulo Philip Bard [4], en 1938, quien las amplió y difundió. Ambos proponen que las emociones son cognitivas, es decir que depende de anteriores vivencias e interpretaciones de lo que se percibe, teniendo un componente de tipo feedback emocional.

En 1962, Stanley Schachter y Jerome Singer [7], aceptaron la teoría de Cannon- Bard, aceptando la retroalimentación de las emociones, pero mantienen que las emociones están también asociadas a fenómenos fisiológicos. Lo que se propone en esta teoría es que se detecta un estímulo físico provocando una activación a través del feedback, indicando que ocurre algo significativo y a partir de la evaluación cognitiva, determina una emoción.

Las teorías modernas dicen que las emociones se pueden clasificar en emociones básicas/discretas y complejas/continuas [8].

Las emociones básicas son una respuesta a los desafíos que se presentan en el día a día. El concepto de las emociones "básicas" o "primarias" se remonta al menos al Libro de los Ritos, una enciclopedia china del siglo I que identifica siete 'sentimientos de los

hombres': alegría, ira, tristeza, miedo, amor, aversión y el gusto. Además, la teoría de las emociones discretas afirma que estas emociones básicas están determinadas biológicamente respuestas emocionales cuya expresión y de reconocimiento es fundamentalmente el mismo para todas las personas, independientemente de las diferencias étnicas o culturales.

En 1971, Paul Ekman [9] identificó seis emociones básicas (ira, disgusto, miedo, alegría, tristeza y sorpresa), estos seis se pueden identificar en todas las culturas en todo el mundo, siendo reconocidas mundialmente, sin tener en cuenta la cultura de donde venga.

Las emociones complejas son mezclas de las emociones básicas, representadas multidimensionalmente por n dimensiones. Por ejemplo, el desacato puede equivaler a una mezcla de ira y disgusto. Sin embargo, muchas emociones complejas pueden no reconocerse las emociones básicas que la componen.

En el siglo XX, Robert Plutchik [10] reconoció ocho emociones básicas, que se agrupan en cuatro pares de polos opuestos (alegría/tristeza, ira/miedo, confianza/desconfianza, sorpresa/anticipación). Sobre esto, propuso un diagrama en forma de rueda de las emociones que permitía visualizar ocho emociones básicas y su relación con ocho emociones derivadas, cada una compuesta de dos emociones básicas.

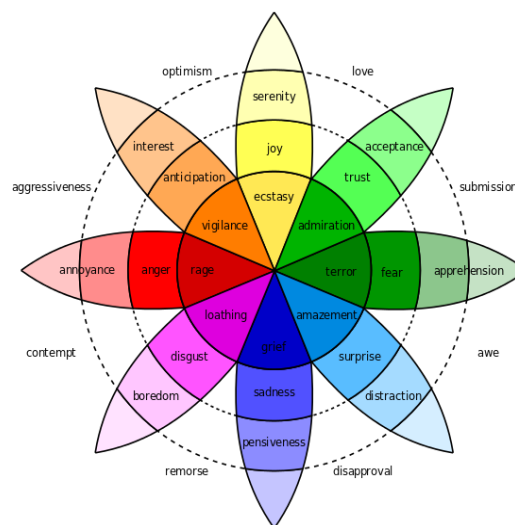


Figura 2.1. Modelo emocional Plutchik

En 1998, James Russell [11] propone un modelo circunflejo a través del cual se puede describir cualquier experiencia emocional conforme a dos dimensiones. La excitación representa el eje vertical y la valencia representa el eje horizontal, mientras que el centro del círculo representa una valencia neutra y un nivel medio de la excitación.

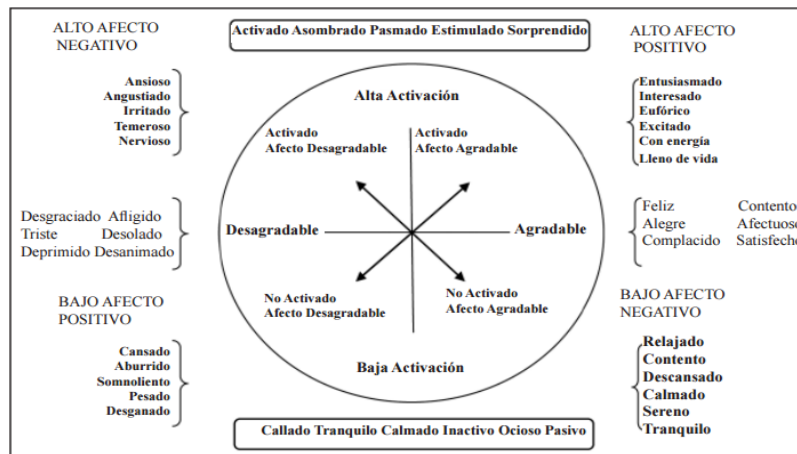


Figura 2.2. Modelo emocional Russel

En 2012, Hugo Lövhheim [12] propuso un modelo que relaciona la acción de neurotransmisores con las emociones básicas, dando una lista de ocho sentimientos básicos, basado en tres ejes, serotonina, dopamina y noradrenalina (excitación). Lövhheim propuso que la valencia podría ser algo que los psicólogos sólo han asumido a priori debe ser incluido, y que las emociones podría ser mejor clasificadas sin ella, con lo que añade dos nuevas dimensiones para reemplazar valencia: confianza en sí mismo (serotonina), y el refuerzo (dopamina). Un problema con todos estos tipos de clasificación es que hay muchos estados emocionales que no están representadas o no serían diferenciables de otros estados en base a las dimensiones disponibles.

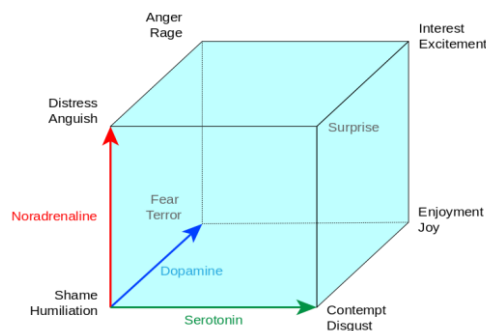


Figura 2.3. Modelo emocional Lövhheim

2.2 Computación afectiva

Poco a poco y, sobre todo, con la llegada de los soportes móviles, van apareciendo o anunciándose la llegada de nuevas tecnologías de carácter emocional. La universalización del uso de los Smartphone, hace que sean la plataforma donde implementar este tipo de tecnologías.

La combinación del uso de inteligencia artificial y tecnología de uso diario está evolucionando hacia lo que se denomina “computación afectiva”, es la parte de la informática que integra las emociones en los ordenadores, una computación que considera las emociones y expande la interacción incluyendo la comunicación afectiva, junto con medios apropiados de manejo de la información emocional. Hay muchas personas, que tienen que hacer uso de la tecnología a diario, y pueden sentir frustración,

demostrándolo a través de la ira y la violencia. La computación afectiva puede hacer frente a este tipo de emociones dadas con el uso de las tecnologías, especialmente cuando hay métodos que implican señales no visuales.

La comunicación de las emociones tiene que ser expresada y tiene que ser captada por un receptor. Naturalmente, las máquinas no expresan emociones de forma natural, por lo que los esfuerzos anteriormente destinados a la frustración del usuario, se puede permitir a las máquinas reconocer patrones significativos para hacer posible dicha expresión. Esta clase tecnología emocional puede tener variados usos en el día a día ya que pueden hacer que procesos de búsqueda de información o algo tan básico como hacer la compra. Para poder hacer esto factible, los sistemas interactivos afectivos deben ser capaces de detectar emociones, dar la impresión de poseer emociones y provocar emociones positivas en el usuario. Para poder provocar emociones de cualquier tipo en el usuario, es necesario que el dispositivo que use sea capaz de expresar emociones, por ejemplo, para un usuario frustrado, es necesario que el dispositivo le tranquilice a través de la expresión afectiva.

Otro de los posibles usos de la computación afectiva, es el uso de dispositivos como mediador de comunicación entre personas. Es interesante que dos personas que se comuniquen a través de un dispositivo, puedan transmitir información emocional entre ellas, como se hace en la interacción cara a cara. Con esto, un sistema capaz de reconocer y responder a los estados afectivos del usuario mejoraría de forma significativa la interacción haciéndola más natural, agradable y efectiva. Estos sistemas interactivos deben capturar y reconocer el estado afectivo del usuario en tiempo real.

Un ejemplo de computación afectiva, es una aplicación desarrollada por Rosalind Wright Picard, fundadora y directora del Grupo de Investigación en Computación Afectiva en el Media Lab del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y co-fundadora de Affectiva [13], que identifica a través del reconocimiento facial, la emoción que tiene el usuario que está viendo un contenido. Es un sistema automatizado, de análisis facial con un sensor biométrico portátil, además de tener una cámara web que rastrea los movimientos de los músculos faciales y de un sensor que puede discernir sutiles cambios eléctricos en la piel. Se trata de reconocer patrones mediante las expresiones, ya que no son iguales para todas las personas.



Figura 2.4. Captura de programa Affectiva

Otro ejemplo de este tipo de computación es la aplicación desarrollada en la Universidad de Cambridge [14] con la que se pretende localizar el estado de ánimo, el nivel de satisfacción o felicidad, combinando algunos datos recogidos del uso de un teléfono móvil. La aplicación se llama EmotionSense y recopila información del usuario durante la navegación y otras fuentes de información accesibles del Smartphone (contando con el consentimiento del dueño), junto a otros datos que el usuario aporta voluntariamente, para dar un informe de su estado emocional.

Otro tipo de dispositivos portátiles emocionales son algunos vestibles (weareables) [15], que son conocidos por su aplicación en campos como el del deporte o la salud, pero que pronto se extenderán a todos los niveles y sectores, incluido el mundo de la cultura, como por ejemplo con guías interactivas [16].

En un informe reciente de GigaOM [17] se señala que en 2017 se podría alcanzar la cifra de los 170 millones la oferta de dispositivos vestibles en forma de relojes, gafas, lentes de contacto, tejidos con microelectrónica incorporada, pantallas pequeñas, anillos y pulseras, audífonos, tarjetas inteligentes, ordenadores de muñeca e incluso tatuajes inteligentes. Además, el avance en el estudio de las baterías y sensores está llevando esta tecnología a niveles impensables hasta hace sólo unos años y la capacidad de monitorización permitirá resultados y conocimientos precisos en campos como la salud y el deporte.

Un brasileño llamado Carlos Edmar Pereira, creó una aplicación móvil llamada LiVOX [18], que permite a personas con problemas auditivos, visuales y motores, expresar sus emociones a través del dispositivo móvil, a través de un algoritmo que se adapta a la discapacidad del usuario. Esta aplicación contiene un catálogo de palabras que se reproducen en voz alta.



Figura 2.5. Captura de programa LiVOX

Capítulo 3

Propuesta

En este capítulo, se van a proponer los distintos aspectos del proyecto. La fase de análisis, es donde se va a explorar los distintos puntos de las expresiones afectivas, los dispositivos que existen y los más vendidos, así como las tecnologías que se van a usar. El diseño es donde se va a validar el análisis hecho anteriormente. Finalmente, se desarrollará los distintos aspectos de la implementación.

3.1 Análisis

3.1.1 *Análisis de los Smartphone*

Hoy en día comunicarse con las personas que se encuentran lejos es más fácil gracias a la evolución tecnológica, dando como resultado la evolución del teléfono móvil pasando a llamarse Smartphone. Posteriormente, debido al gran éxito que tuvo este tipo de dispositivos, aparecieron las tablets. Tal ha sido su uso y su éxito que [19]:

- El número de smartphones (más de 7.300 millones de dispositivos) ha superado por primera vez el número de personas en el mundo.
- También por primera vez, el promedio mundial de tiempo diario que los usuarios pasan en los móviles (177 min) superó el promedio de tiempo que las personas pasan delante de la televisión (168 min).
- España consolidó su liderazgo en el mercado de teléfonos inteligentes en Europa.
- Del total de líneas móviles activas en España, un 87% son smartphones.
- Siete de cada diez españoles que posee un smartphone se conecta todos los días a través de este dispositivo, y más de la mitad durante más de treinta minutos.

Los sistemas operativos de los Smartphone actuales son básicamente tres: Android (con un 81,2% de implantación), iOS (15,0%) y Windows Phone/Microsoft (3,0%). Por lo tanto se puede considerar Android como el sistema operativo claramente dominante.

Normalmente, los Smartphone que suelen ser de alta gama, tienen un precio entre 400 y 600 €, tienen altas prestaciones. A finales de 2014, el precio medio por Smartphone vendido estuvo por debajo de los 300 dólares, frente a los 440 en 2010, gracias a la aparición de modelos más económicos con características de alta gama de marcas chinas como Xiaomi, Huawei, ZTE, BQ, entre otras. Los teléfonos inteligentes siguen siendo el producto tecnológico más vendido gracias a la demanda de los países emergentes, a pesar de la desaceleración en los países desarrollados.

A continuación, se analizará la venta de los smartphones, para ver los más vendidos y así sacar en común las características para poder usarlas en la expresión emocional.

Características	Huawei P8 Lite	Motorola Moto G (3ra generación)	Thl T6C	Motorola Moto E 4G	LG G3	Doogee X5	Samsung Galaxy J5	BQ Aquaris X5	LG Nexus 5X	bq Aquaris E5
Sensor Luz	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Brillo Pantalla	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Color	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Volumen	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Sonidos	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Vibración	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Temperatura	S			S						
Acelerómetro	S	S	S	S	S	S	S			S
Giroscopio	S		S	S	S	S		S		S
Magnetómetro										
Sensor proximidad	S	S	S	S		S				
Barómetro				S						
Sensor Humedad				S						
Termómetro				S						
Podómetro	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Pulsímetro										
Sensor huellas digitales					S					
Flash	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Procesador	Hisilicon Kirin 620 CPU 8 X 1.2GHz	Qualcomm Snapdragon 410 4 núcleos a 1,4 GHz	Quad-core 1.7 GHz	Quad-core 1.9 GHz	Quadcore 2.5ghz	Quad-core 1.3 GHz	Quad-core 1.2 GHz	Qualcomm Snapdragon 410 4 núcleos a 1,4 GHz	Snapdragon 808 6 núcleos (2xCortex-A57 a 1,82 GHz y 4xCortex-A53 a 1,44 GHz)	Qualcomm Snapdragon 410 Quad Core A53 hasta 1.2 GHz
RAM	2 GB	2 GB	2 GB	2 GB	2 GB	1 GB	2 GB	2 GB	2 GB	1/2 GB
Disco	8/16 GB	16 GB	32 GB	16/32/64 GB	16/32/64 GB	16/32 GB	16 GB	16 GB	16 / 32 GB	8/16 GB
Pantalla	4,7'' 1280 x 768	5,5'' 1920 x 1080	4,7'' 1280 x 768	5'' 1080x1920	4'' 1136 x 640	5'' 720 x 1280	5'' 720 x 1280	5'' 720 x 1280	5,2'' 1.920 x 1.080	5'' 720x1280

Tabla 3.1: datos de los sensores y emisores que pueden ofrecen Smartphones. Fuente: propia, datos Amazon.

Amazon es una de las empresas de venta de dispositivos que más tipos de marcas comerciales de smartphones venden y lo hace a nivel mundial. Las características de los Smartphone que más se han vendido en Amazon se encuentran en la tabla 3.1 expuesta anteriormente. Este análisis es necesario para poder concluir en qué tipos de dispositivos se va a desarrollar la aplicación de prueba. Además del lenguaje en el que se va a desarrollar.

Con este pequeño estudio de las características para poder expresar emociones que más interesan a este proyecto, se puede concluir qué interfaces de salida se pueden usar: brillo de pantalla, volumen, sonidos, vibración y flash. Además de desarrollar la aplicación de prueba de la biblioteca para dispositivos Android.

3.1.2 Análisis de las formas de expresiones emocionales

Lo que se pretende en este punto es identificar qué tipos de expresiones no verbales pueden ser usados en la biblioteca teniendo en cuenta las teorías vistas anteriormente en el punto 2.1 para poder aplicarlas y así dotar de expresión emocional a los smartphones.

Los seres humanos a menudo utilizan la información no verbal, por ejemplo, los gestos del cuerpo, contacto visual, expresiones faciales. Muchas investigaciones se han centrado no sólo en tales señales físicas, sino también en la tecnología persuasiva, que consiste en el desarrollo de aplicaciones que modifiquen el comportamiento del usuario [20]. Por ejemplo, los susurros estimulan de forma natural cercanía entre las personas y crear sentimientos calor. Con lo que se tienen en cuenta los siguientes tipos de expresión:

3.1.2.1 Expresión óptica

Hay que tener en cuenta que, en la expresión óptica, en este caso, cada color, tiene un valor psicológico, ya que cada uno de estos puede inducir un sentimiento u otro a las personas que vean, aunque esto depende en cierta forma de ellas. Para este proyecto, se tienen en cuenta qué estado de ánimo se quiere transmitir y qué tipo de colores ayudan a lograr este objetivo. Para ello, es necesario escoger un solo color, o en su defecto la gama de color de dicho color.

Un claro ejemplo de esto es que el color en la que este pintada una habitación afecta al estado de ánimo de la persona que se encuentre dentro de esta, e incluso puede afectar a la forma de pensar y hay que tener en cuenta los factores como la edad, género, origen étnico e incluso depende del clima local.

El color, como una expresión de afecto, no se ha investigado profundamente, ni en el campo de la psicología ni tampoco de la interacción entre personas y máquinas en el ámbito de la robótica. Dentro de la comunidad de la psicología, el psicólogo Michael Argyle [21], discute que los colores a menudo se asocian con el afecto, e incluso en algunos casos, el color puede producir una respuesta afectiva. Los colores que están asociados con estas respuestas afectivas son relacionados en la tabla 3.3.

A pesar de que asigna colores para los afectos, los colores tienen múltiples emociones asociado con cada color.

Color	Sentimientos
Rojo	la ira, el afecto, el amor
Azul	agradable, tranquilo, seguro, tierno
Amarillo	alegre, jovial
Naranja	perturbado, hostil, malestar
Púrpura	triste, deprimido, digno, señorial
Verde	agradable, tranquilo, en el control
Negro	la tristeza, la ansiedad, el miedo
Blanco	alegría, ligereza, neutro

Tabla 3.2: Relación emociones-colores según Argyle. Fuente: propia.

En 2008, la psicóloga Eva Heller [22], hace un estudio con 2000 personas de todo tipo de culturas, rangos de edades y todo tipo de estudios. Explica lo que se ha recogido de las impresiones de los voluntarios presentados, recogiendo un patrón común entre los rangos de edades y culturas, siendo este patrón las similitudes de conceptos relacionados con cada color.

Los colores que usa, son colores que pueden reconocerse en cualquier situación, es decir, que no lleven a confusión (azul, verde, amarillo, negro, rojo, naranja, violeta, blanco, rosa, oro, plata, marrón y gris).

La relación según Eva Heller es la siguiente:

Color	Sentimiento asociado
Azul	Simpatía, armonía, amistad, confianza, felicidad, fidelidad, masculino
Verde	Agradable, tolerante, natural, vivo, sano, esperanza, juventud Si se junta con amarillo, venenoso, otoñal
Amarillo	Divertido, placer, amabilidad, envidia, celos, avaricia, ácido, impertinente, presuntuoso
Rojo	Ira, agresividad, atractivo, fuerza, vigor, enérgico, amor, odio, excitación
Negro	Egoísmo, infidelidad, misterioso, maldad, elegancia Si se junta con azul, magia Si se junta con rojo, poder, violento
Blanco	Comienzo, nuevo, verdad, ideal, honesto, pureza, inocencia, neutro
Violeta	Vanidad, mágico, oculto, fantástico, artificial, frívolo, convencional.
Naranja	Gusto, aromático, divertido, sociable, alegre
Rosa	Dulce, encanto, delicado, femenino Si es oscuro: Erotismo Si es claro: Romanticismo, tierno
Oro	Felicidad, orgullo, merito, solemnidad, lujo
Plata	Velocidad, dinamismo, moderno, elegante
Marrón	Antipático, desagradable, pereza, amargo, anticuado
Gris	Aburrido, vejez, conservador, soledad, vacío

Tabla 3.3: Relación emociones-colores según Heller. Fuente: propia.

El uso del color requerirá investigación adicional para desarrollar un fuerte mapeo de un color a una emoción específica.

3.1.2.2 Expresión acústica

El uso del sonido no verbal como método de expresión afectiva no ha sido investigado a fondo por las comunidades de psicología o la robótica. En la comunidad de la psicología de la investigación relacionadas con el uso no verbal del sonido se ha asociado con el estudio de la comunicación animal ya que es un método principal de transporte afecta a entre animales [21] [24].

Los patrones vocales y el tono se pueden utilizar para expresar afecto ya que los patrones y los tonos se pueden interpretar, incluso si el significado literal no se entiende. Un ejemplo de ello es que Las mascotas pueden interpretar estado afectivo de una persona sobre la base de sus patrones vocales y tonos. [25]

En la comunidad robótica, el sonido se ha utilizado como un método complementario de expresión afectiva. A algunos, el robot que se quiere asignar sonido, si no son sonidos que se vocalicen, el individuo que interactúa con él, suele tender a rechazarlo. [26] Sin embargo, un ejemplo de que se puede transmitir emociones de forma no verbal es los sonidos que emite el robot R2-D2. Ben Burt [27], discute la dificultad para expresar emociones utilizando sólo los sonidos no verbales. Su mayor desafío fue en la creación de calor emocional en el robot R2-D2. Comenzó su desarrollo de las vocalizaciones de R2-D2 con pitidos y tonalidades electrónicos, sin embargo se encontró con que estos sonidos eran mecánicos y carecían de calidez y vitalidad. Con el fin de producir el calor emocional imitó el balbuceo del bebé y chirridos sintetizados, dando como resultado calidez emocional y vivacidad.

Al igual que con el color, es difícil de implementar debido a que es culturalmente dependiente, sin embargo, los investigadores Balkwill, Thompson, y Matsunaga [28] discuten que existe una fuerte asociación entre la música y emociones. Sus resultados cuantitativos indican que es posible detectar emociones como la alegría, la ira, la tristeza y presentada a través de la percepción de las señales acústicas, trasciendo las fronteras culturales. Parece que si el sonido y la música son correctamente utilizados en los robots, podría ser una herramienta para la expresión afectiva. Los siguientes sentimientos están asociados estos tipos de sonidos:

Sentimiento	Tempo	Descripción
Felicidad	Rápido	Variaciones moderadas en el tiempo, de moderada a nivel de sonido alto, sobre todo articulación staccato, ataques rápidos de tono, timbre brillante, la luz o sin vibrato.
Tristeza	Lento	Bajo nivel de ruido, tono lento y profundo vibrato, el timbre suave y entonación plana.
Ira	Rápido	Nivel de sonido de alto, muchos ataques de tonos agudos, timbre agudo y tonos distorsionados.
Miedo	Variaciones	Gran desviación en el tiempo, nivel de sonido muy bajo, gran variación de tonos, vibrato rápido e irregular, hace una pausa entre las fases, y espectro suave.
Ternura	Lento	Bajo nivel de ruido, ataques de tono lento a moderado, timbre suave e intenso vibrato

Tabla 3.4: Relación emociones-tipo de música. Fuente: propia.

Se pueden distinguir varias ramas relacionadas con la expresión afectiva auditiva:

- A través de la comunicación de los animales. [23] [24]
- A través de patrones vocales y el tono de voz de los seres humanos, pueden ser interpretados incluso si el significado literal no se entiende, pero en ciertas ocasiones son necesarias expresiones visuales. [29] [33]
- A través de la música y los efectos fisiológicos asociados, ya que existe una fuerte asociación entre la música y las emociones. La música es un poderoso método de la comunicación emocional y no verbal, ya que ambos inducen y expresan emociones y puede inducir respuestas de los sistemas nerviosos. [28].

3.1.2.3 Expresión háptica

Se debe considerar que el sentido del tacto es primordial para la memoria evocada ya que se relacionan recuerdos, emociones y los vinculan con lo que se toca.

En 1913, el Dr. Ramón Turró, escribió un libro resumiendo su investigación sobre la experiencia táctil y el tacto en general. [30]

En 1966, James Gibson [31] define la percepción es una compilación del entorno de la persona y cómo la persona interactúa con él. Cree que la estimulación de la percepción está afectada por los organismos en movimiento y formuló la idea de ser conceptual espacio tridimensional.

En 1973, el filósofo Merleau-Ponty [32], fijó que la única unión entre persona y naturaleza es la percepción táctil, siento este el núcleo del conocimiento, donde así el conocimiento se hace tangible.

Las texturas suaves, evocan en la memoria situaciones agradables, mientras que las texturas fuertes, “que raspan”, son menos agradables. Pasa exactamente lo mismo con las texturas blandas y duras.

En este caso, el tipo de expresión háptica que se va a usar es la vibración del dispositivo móvil. La percepción háptica con respecto a la vibración sigue el mismo sentido que la expresión acústica.

3.1.2.4 Cercanía en la expresión, proxémica.

Para poder crear una interacción agradable entre el usuario y la máquina, es necesario que el gesto corporal y la distancia que hay entre el emisor y el receptor cuando se mantiene una conversación se tenga en cuenta, por ejemplo el contacto visual afecta la amabilidad hacia el objetivo en la interacción. Por ello, el uso de información no verbal como el gesto y la sonoridad son fiables para la interacción entre humanos y máquinas. De hecho, muchos investigadores sugirieron la eficacia de proximidad en la persuasión, y algunos informaron la eficacia de tales comportamientos amigables como tocar [21] [20]. Para conseguir esta situación, es necesario saber que es la proxémica. La tesis subyacente de la investigación proxémica es que la distancia espacial entre los seres humanos tiene un impacto significativo en la calidad y el nivel de comodidad de las interacciones. La primera fue definida por primera vez por antropólogo Hall, el creador

de la proxémica, definiendo cuatro zonas de distancia entre pares de individuos, representado en la tabla 3.5.

Las zonas de confort en la que un humano se siente cómodo con una máquina es entre la social y la personal, así lo indica el estudio de Walters, en el que el 60% de los participantes estudiados, se encuentran a gusto en el personal y las zonas de distancia social. El 40% restante estaban cómodos en la zona íntima. En estos casos, los participantes no tratan el robot como una entidad social [20].

Sabiendo esto, es bueno que los dispositivos en los que se va a desarrollar la aplicación de prueba la próxemia que tienen es en la zona íntima, ya que lo que los usuarios van a sentir con la aplicación es una cercanía en la que se van a encontrar a gusto con la aplicación.

Para que la conformidad con la máquina sea total, es necesario que la máquina, además de tener en cuenta la proximidad, se deben estudiar los métodos de presentación no faciales y no verbales de afecto humanas, reconociendo cinco diferentes señales: los movimientos del cuerpo, la postura, la orientación, color y sonido describen algunas expresiones afectivas usando los movimientos del cuerpo, como por ejemplo la depresión, movimiento lento y vacilante, la euforia, movimiento rápido, expansivo y enfático [20]. Con respecto a la aplicación, la biblioteca tiene que tener en cuenta las formas de expresión con las que cuenta, para poder representar de forma no verbal la emoción que se va a querer representar.

Para la biblioteca se van a usar tres: color, vibración y sonido, para así poder dar sentimientos a elementos no vivos, ya que los colores, sonidos, tonos, música y vibración son métodos secundarios de expresión afectiva.

Expresión Afectiva dependiendo de la proxémica		
ZONA	Distancia (m)	Descripción
Íntima	0 – 0.46 m	Para que se dé esta cercanía, las personas tienen que tener mucha confianza, ya que la comunicación se realizará a través de la mirada, el tacto y el sonido.
Personal	0.46 – 1.22 m	Esta zona es usada para conversaciones amistosas o de trabajo, con alguien con el que se tiene alguna relación. Los movimientos del cuerpo son importantes en esta zona, y el habla no debe ser fuerte.
Social	1.22 – 3.66 m	Esta zona es usada para fines formales, además de con las personas con quienes no se tiene ninguna relación. Los movimientos del cuerpo son claramente visibles, y el habla tiene que ser más fuerte.
Publica	+ 3.66 m	Esta zona es usada por importantes figuras públicas, las expresiones faciales son difíciles de ver, es necesaria una voz más fuerte para comunicarse, y los movimientos del cuerpo necesitan ser exagerados para poder ser visibles.

Tabla 3.5: Distancia de expresión afectivas. Fuente: propia, datos wikipedia.

3.1.3 *Análisis de las interfaces de salida de Android y expresiones humanas*

En los dos puntos anteriores (3.1.1. y 3.1.2), se ha visto qué dispositivos han sido los más vendidos, los mecanismos de salida que incorporan, además de los tipos de expresiones emocionales que se van a considerar para el desarrollo de la biblioteca.

Posible relación entre los mecanismos de salida de los dispositivos inteligentes y los tipos de expresión es la siguiente:

Interfaz de salida	Tipo de expresión
Altavoz	Acústica
Vibración	Háptica
Pantalla	Visual
Flash	Visual

Tabla 3.6: Relación entre mecanismos de salida de dispositivo y tipo de expresión.

Muchos de los smartphones disponen de algunas de las interfaces de salida señaladas en la tabla anterior, pero no se van a usar todas, ya que hay dispositivos que no disponen de flash, mientras que sí que disponen del resto de las interfaces.

3.1.4 *Análisis de tecnologías Hardware / Software*

Como se ha visto en el punto 3.1.1, los dispositivos que más se han vendido han sido los dispositivos de media-alta gama con sistema operativo Android, con lo que la biblioteca será probada en una aplicación Android, que se va a desarrollar para dichos dispositivos y probar en smartphones con características como las mencionadas en dichos puntos.

3.1.4.1. *Análisis de tecnologías Hardware.*

Es necesario definir en qué dispositivos va a ser ejecutada la aplicación de prueba de la biblioteca. Como se ha dicho en el anterior análisis, se va a ejecutar siempre en un dispositivo Android, aunque la biblioteca puede ejecutarse en cualquier dispositivo que soporte java.

Considerando las características de los smartphones más populares, el dispositivo más adecuado para un proyecto como este debería tener las siguientes características:

- Sistema operativo Android 4.2
- Capacidad para reproducir mp3.
- Disponer de pantalla RGB con al menos 256 colores.
- Disponer de vibración.

La biblioteca y aplicación se han probado principalmente en el dispositivo Huawei P7, tiene las siguientes características:

- Sistema operativo Android 4.4.
- Mp3
- Pantalla FHD 1920 x 1080, 16M colores
- Dispone de vibración

También se han hecho pruebas en otros modelos de gama superior a este Smartphone, Samsung Galaxy S6, BQ X5, LG G3 y Huawei P8. Además de estos dispositivos, se ha probado la aplicación desde el simulador que viene con ADT bundle.

3.1.4.2. Análisis de tecnologías Software.

JAVA, es un lenguaje modular, con lo que cada módulo puede ser modificado y mantenido individualmente, pudiendo realizar cambios en los módulos, sin la necesidad de recompilar la biblioteca.

Con respecto a la gestión de la memoria, JAVA la maneja de forma automática y usando un recolector de basura (garbage collector), ahorrando significativamente el tiempo, cuando de programación se trata.

Para el desarrollo de la biblioteca, el lenguaje que se va a usar es JAVA, es uno de los lenguajes de uso extendido mundialmente, por lo que al buscar información es fácil encontrarla. Es un lenguaje multiplataforma, es decir, funciona en cualquier tipo de plataforma, al no depender de la maquina donde va a ser “ejecutado”, no es necesario tener varias versiones de código para distintas máquinas. Además, se debe tener en cuenta hay numerosas bibliotecas para poder ampliar la capacidad, como por ejemplo librerías dll.

Hoy en día, JAVA es utilizado para el desarrollo de aplicaciones de todo tipo de dispositivos, smartphones y tablets principalmente. Los lenguajes que va a utilizar para el desarrollo de la aplicación de prueba de Android van a ser JAVA (para el diseño de las *Activities* y la lógica interna) y XML (para el diseño de la interfaz gráfica).

Para poder desarrollar la aplicación de prueba se va a utilizar SDK (*Software Development Kit*) con el que, se puede ejecutar un emulador de Android. Para codificar la aplicación se utilizará eclipse Kepler, junto con la herramienta ADT bundle, que es una versión de eclipse que incluye dicho plugin, que ofrece todo lo necesario para el desarrollo de la aplicación (SDK, eclipse, ADT plugin y la última versión del sistema operativo Android 6.0 para poder emular).

3.1.5 Requisitos funcionales

A lo largo de esta sección se describirán los requisitos funcionales, basado en el comportamiento y la funcionalidad que se desea para el producto final. Los requisitos funcionales de la biblioteca son los siguientes:

RF1: La biblioteca debe vincular cada emoción con su vibración correspondiente.

RF2: La biblioteca debe vincular cada emoción con su sonido correspondiente.

RF3: La biblioteca debe vincular cada emoción con su color y brillo de la pantalla correspondiente.

RF4: La biblioteca debe implementar un clasificador de emociones que determine la emoción que se calcule a través de los datos introducidos por las aplicaciones que la usan.

RF5: La biblioteca debe proporcionar un sistema de almacenamiento de los datos de entrada.

RF6: La biblioteca debe ser adaptarse a características y circunstancias del usuario, teniendo en cuenta aspectos culturales, zona geográfica...

Los requisitos funcionales de la aplicación de prueba son los siguientes:

RF7: La aplicación debe tener unos parámetros de entrada para poder concluir cual es el estado de ánimo que tiene el usuario en ese momento. Dichos parámetros de entrada son introducidos por el usuario.

RF8: La aplicación guardará en la base de datos la actividad del usuario.

RF9: El usuario podrá ver una lista con el histórico de los datos registrados y almacenados por la aplicación.

RF10: El usuario podrá salir de la aplicación en cualquier momento.

RF11: La aplicación debe permitir al usuario especificar una emoción.

RF12: La aplicación tendrá los siguientes modos de uso:

- Demostración de emociones a través de la introducción de parámetros.
- Demostración de emociones a través de imágenes.
- Demostración de emociones a través de imágenes en el que se mejora la valencia, pero no la excitación.

RF13: La aplicación se puede adaptar para permitir al usuario cambiar la zona en la que se encuentra para un mejor funcionamiento correspondiente a la cultura.

3.1.6 Requisitos no funcionales

En esta sección se presentarán los requisitos que no están relacionados con el comportamiento o la funcionalidad de la aplicación. Los requisitos no funcionales de la biblioteca son los siguientes:

RNF1: La biblioteca debe poder adaptarse para ser extensible, es decir, para poder añadir nuevas formas de salidas emocionales en el futuro.

RNF2: La biblioteca será desarrollada en el lenguaje JAVA.

RNF3: La biblioteca debe ser multiplataforma.

RNF4: El diseño de la biblioteca será de forma modular para una aplicación mejor y más organizada. Esto ayudará a los futuros desarrolladores de la aplicación.

RNF5: La biblioteca se puede configurar de forma que permita a las aplicaciones cambiar la zona en la que se encuentra para un funcionamiento más aproximado correspondiente a la cultura (**RF6**).

RNF6: La base de datos de la biblioteca será desarrollada en el lenguaje SQLite.

RNF7: La biblioteca debe hacer búsquedas en la base de datos en menos de 0.3 segundos.

RNF8: La biblioteca devolverá tardará en calcular y devolver los datos en menos de 0.5 segundos.

RNF9: El tamaño de las imágenes y los sonidos almacenados en la aplicación debe ser baja para poder ejecutar con rapidez la aplicación.

RNF10: El tamaño de la base de datos será limitado por la capacidad de almacenamiento del dispositivo Android.

Los requisitos no funcionales de la aplicación de prueba son los siguientes:

RNF11: La aplicación utilizará la biblioteca desarrollada.

RNF12: La aplicación tendrá una interfaz sencilla con la que el usuario pueda interactuar tocando la pantalla.

RNF13: La base de datos estará embebida en la aplicación, con lo que todos los datos almacenados en ella serán accesibles desde el dispositivo en el que esté instalado.

RNF14: La aplicación se llevará a cabo sólo en los dispositivos Android, aunque la biblioteca puede ser usada en cualquier dispositivo que de soporte a aplicaciones JAVA.

RNF15: La aplicación tendrá que adaptarse a los diferentes tamaños de pantalla y las dimensiones que presentan los dispositivos Android.

RNF16: La aplicación podrá ser utilizable por cualquier usuario que posea un dispositivo Android.

RNF17: La aplicación correrá sobre un Android con versión superior a la 2.3.

RNF18: La aplicación tendrá mensajes con descripciones no técnicas, y con un lenguaje correcto y sencillo de entender por todos los usuarios

RNF19: El tamaño de las imágenes y los sonidos almacenados en la aplicación debe ser baja para poder ejecutar con rapidez la aplicación.

RNF20: La aplicación funcionará en cualquier dispositivo Android provisto de interfaces de salida tales como sonido, vibración y pantalla.

RNF21: Las notificaciones que pueda lanzar la aplicación deberán ser visibles al usuario.

RNF22: Todas las interacciones entre el usuario y el dispositivo móvil deberán ser respondidas por el dispositivo de forma inmediata, con un límite de tiempo menor a 0,75 segundos.

RNF23: La aplicación debe informar al usuario de todos los fallos que pueda producirse, tanto por las acciones del usuario como por la propia lógica del programa.

RNF24: Los datos guardados de la base de datos ocuparán poco espacio en el dispositivo.

RNF25: El tamaño de la base de datos será limitado por la capacidad de almacenamiento del dispositivo Android.

RNF26: Para una mejor lectura de las imágenes, las vibraciones y los sonidos asociados a los colores de la aplicación tienen que ser fáciles de distinguir unos de otros con el fin de no hacer confundirse acerca de mostrar la emoción a transmitir.

RNF27: La aplicación debe tener un número de colores reconocidos. Es importante que cada color cubra desde el más ligero hasta los tonos más oscuros de su color. Esto es con el fin de reconocer la más amplia gama de colores.

RNF28: La aplicación utilizará la biblioteca desarrollada. La aplicación proporcionará los datos de entrada, siendo estos los datos introducidos por el usuario para que la biblioteca devuelva los valores.

RNF29: La aplicación podría permitir al usuario establecer qué mecanismos de salida emocional desea usar, es decir, puede deshabilitar el sonido, vibración o el color.

3.2 Diseño

Se va a diseñar una biblioteca en el lenguaje JAVA de expresión afectiva para dispositivos inteligentes, con el objetivo de que estos puedan mostrar emociones utilizando los medios de que disponen (audiovisuales y hápticos), junto con una aplicación de demostración de la biblioteca sobre Android.

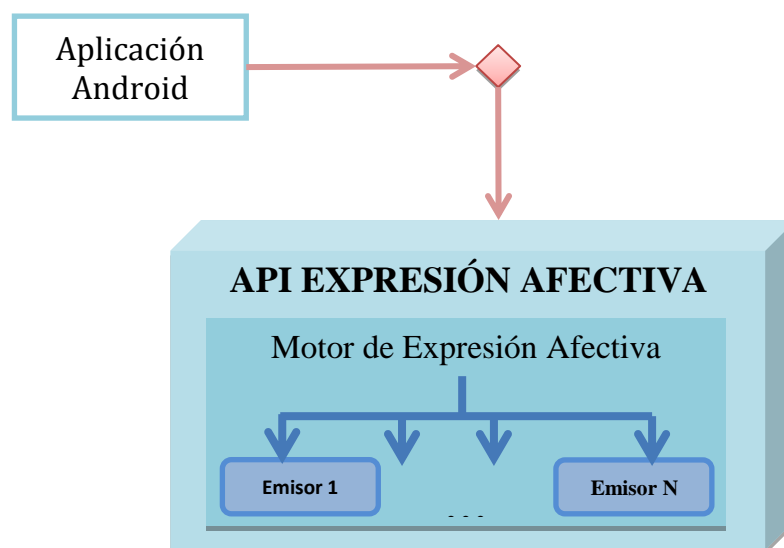


Figura 3.1. Expresión afectiva. Fuente: propia.

Para que un dispositivo inteligente pueda expresar sentimientos se necesitan los siguientes elementos, representados en la Figura 3.1:

Motor de expresión afectiva: Dependiendo de la emoción indicada mediante una codificación definida, este motor debe establecer los valores adecuados de los mecanismos de expresión para que estos puedan mostrar dicha emoción. Por lo tanto, el motor enlaza con los emisores disponibles en el sistema.

Emisores de expresión afectiva: Dichos emisores forman parte del dispositivo inteligente que se utiliza en este TFG y son los que se utilizan para expresar las emociones procesadas por el motor de expresión afectiva. Los emisores disponibles en los dispositivos de referencia son tres, la pantalla, los altavoces y el sistema de vibración.

Para llevar lo anterior a cabo, es necesario establecer cómo se van a recoger los parámetros necesarios para establecer la emoción que se quiere expresar. Aunque la parte de expresión no requiere de un motor de inferencia emocional, es suficiente con que un agente externo (usuario o programa) que diga en un formato adecuado (emoción discreta o vector emocional continuo) la emoción de la que se trata, a través de los parámetros. También se podría incorporar un motor de inferencia afectiva, teniendo los siguientes elementos:

Motor de inferencia afectiva: Es el encargado interpretar una emoción a partir de las señales de los sensores provistos y de expresar la misma en los sistemas de representación emocionales establecidos como podría ser una cadena de caracteres con el nombre de la emoción detectada o un vector numérico de un espacio de varias dimensiones continuas.

Sensores de inferencia afectiva: Los sensores disponibles en los dispositivos inteligentes de referencia son sensores de movimiento y temperatura, así como cámaras y micrófonos de los dispositivos, fundamentalmente.

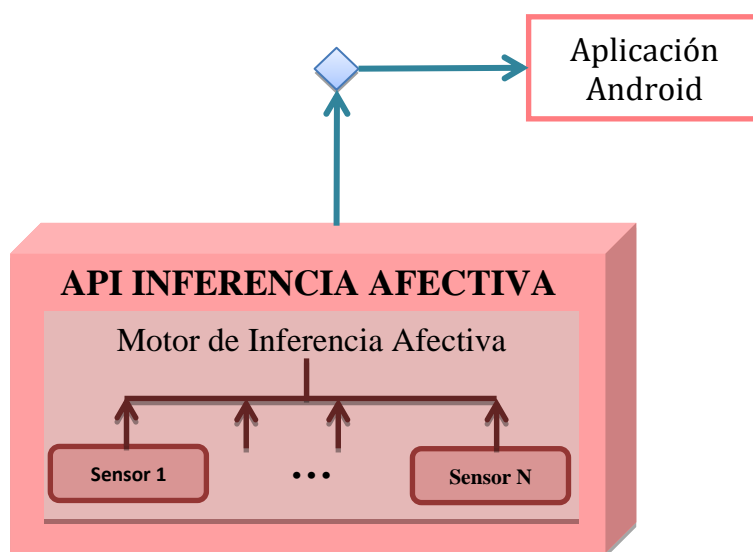


Figura 3.2. Inferencia afectiva. Fuente: propia.

Todo ello se diseñará para ser implementado en un lenguaje orientado a objetos, concretamente en JAVA. La biblioteca se centra en el primer módulo, es decir, en el módulo de la expresión afectiva, siendo el usuario el que introduce los datos y la aplicación de prueba es la que hace el emisor de la emoción que quiere que sea representada.

3.2.1 Diseño de la biblioteca

La biblioteca es la parte fundamental de este trabajo. En el punto 2.1 se han explicado algunas teorías que podrían considerarse para la representación de las emociones. Los sistemas de representación que se van a utilizar para el desarrollo de la biblioteca están basados en la teoría de dos dimensiones continuas de Russell y la de emociones discretas, puesto que parecen las más adecuadas considerando la información que los usuarios y otros sistemas pueden proporcionar.

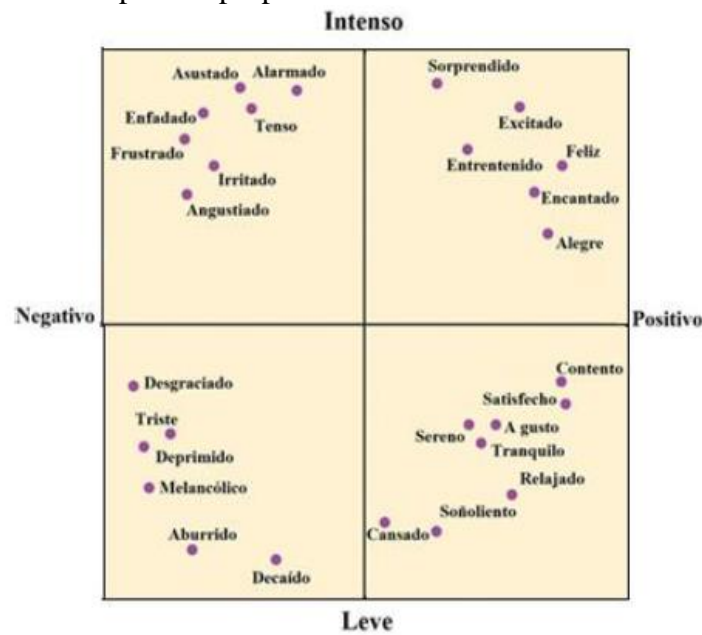


Figura 3.3. Emociones en eje de coordenadas de Russell. Fuente: [35].

En la figura 3.3 se representan las emociones en el eje de coordenadas X e Y, por lo tanto, los datos que se considerarán como entradas de la biblioteca son pares valencia/excitación o nombres de los sentimientos discretos asignados a algunos de ellos.

En vista de que no existen nombres para todos los pares de las dimensiones emocionales continuas mencionadas, a los pares sin nombre se les asignará el del par que lo tiene y se considere más cercano calculando las distancias euclídeas en el espacio de Russell:

$$d_E(P_1, P_2) = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

De manera que se evaluarán las distancias del par dado con todos los puntos emocionales con nombre predefinido, para poder calcular qué emoción es la más cercana a los datos proporcionados. Para elegir la distancia menor se usará la función sort de JAVA, que ordena el array en orden numérico ascendente. Este algoritmo, tarda $O(n \log(n))$ [34]

Hay dos modos de respuesta (devolver las cualidades), el directo que es cuando se quiere mostrar la emoción, y el modo de estímulo positivo, cuya finalidad es cambiar de polaridad la emoción del usuario, cuando sea negativa presentado una emoción un poco más positiva que la indicada. En tal caso, no se intenta subir o bajar el grado de excitación, sino estimular positivamente la valencia dando un consejo para mejorar el estado de ánimo.

3.2.1.1. Diseño de clases de la biblioteca.

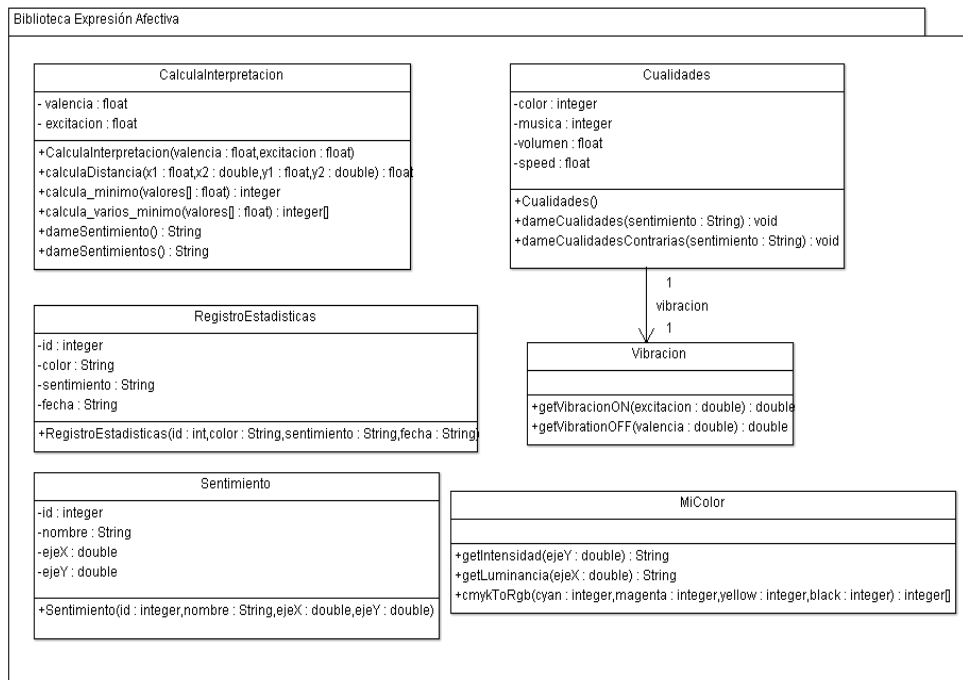


Figura 3.4. Diagrama de clases de la biblioteca. Fuente: propia.

La biblioteca estará formada por varios módulos que definen las cualidades que se quieren expresar, es decir, los valores que se asignarán a los datos de salida, siendo estos los datos de expresión háptica (vibración), visual (colores) y sonora (música). Estos datos serán devueltos para que cualquier aplicación pueda hacer uso de ellas.

Las clases definidas en la biblioteca no tienen relación entre sí, ya que para calcular las distancias y devolver la emoción o emociones más cercanas, la aplicación que use la biblioteca llamará a *CalculaInterpretacion*, mientras que si quiere expresar una emoción mediante el color, vibración y el sonido, llamará a *Cualidades*. La clase de la base de datos devolverá e insertará registros con la estructura *RegistroEstadisticas* y lo mismo con respecto a las emociones, con la estructura definida en la clase *Sentimiento*.

3.2.2 Diseño de la aplicación Android e interfaz de uso.

Esta aplicación es una prueba para poder demostrar que la expresión de datos que nos devuelve la biblioteca es correcta. Para ello es necesario que en la aplicación se instancie la biblioteca, pudiéndose añadir de dos formas, agregar la biblioteca a través de su fichero *.jar o bien añadiendo el código dentro del proyecto. En la implementación de la biblioteca se añadirá el fichero .jar.

Lo que se pretende hacer es usar la biblioteca junto con una aplicación Android de prueba, usando sus interfaces de salida como expresión emotiva. La biblioteca devolverá tres parámetros relacionados estas y dependiendo de su valor, muestre una u otra cosa.

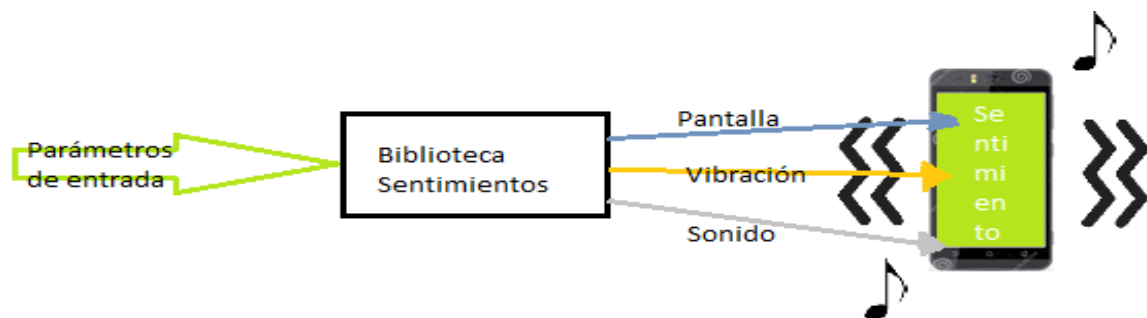


Figura 3.5. Interacción entre la biblioteca y el smartphone. Fuente:propia.

Por ejemplo, a la biblioteca le llega un parámetro, que le llega desde la aplicación mediante un punto definido en el espacio de Russell o un nombre concreto de un sentimiento y esta interpreta la emoción. Dependiendo de las coordenadas de la emoción dadas por el usuario y utilizando la aplicación, el parámetro de la pantalla, le devolverá un color u otro, como se indica en el punto 3.1.2. Lo mismo ocurrirá con la música y la vibración devuelta calculada por la biblioteca y la aplicación lo muestra al usuario. Para este caso habrá dos casos en los que puede variar lo que devuelve la aplicación, puesto que se va a desarrollar dos tipos de respuestas, uno que muestre la emoción tal cual es y la otra es que intente calmar esa emoción de ira.

Para poder expresar emociones a través de la aplicación, es necesario explicar los tres modos de uso que tendrá dicha aplicación:

Modo reconocimiento de parámetros:

En este modo el usuario deberá introducir los valores de excitación y valencia de una emoción utilizando rangos entre 1 y 5, donde 1 representa el nivel más bajo y 5 el más alto. Cada valor es independiente el uno del otro.

Una vez que el usuario introduce dichos parámetros, la aplicación establece cual es la emoción asociada, la procesa y la muestra, cambiando la tonalidad de la pantalla, la vibración y el sonido de acuerdo con el sentimiento indicado.

Modo transmisor de emociones por imágenes:

Este modo es exactamente igual que el anterior, con la diferencia de que en vez de introducir el usuario los parámetros, las emociones vendrán marcadas por fotos que muestran distintos estados anímicos.

Una vez que el usuario ha marcado una de las imágenes, la biblioteca devuelve la representación de la emoción con el color, la vibración y el sonido asociados, y la aplicación los manifiesta.

Modo consejo:

Este modo pregunta al usuario a través de cuatro imágenes iniciales (las mismas imágenes que en el modo anterior), una de cada cuadrante del espacio de Russell, cuál es su estado anímico general. El usuario marca una de las imágenes y la siguiente pantalla muestra otras imágenes para precisar un poco más el sentimiento dentro del cuadrante señalado antes.

3.2.2.1. Diseño de clases de la aplicación.

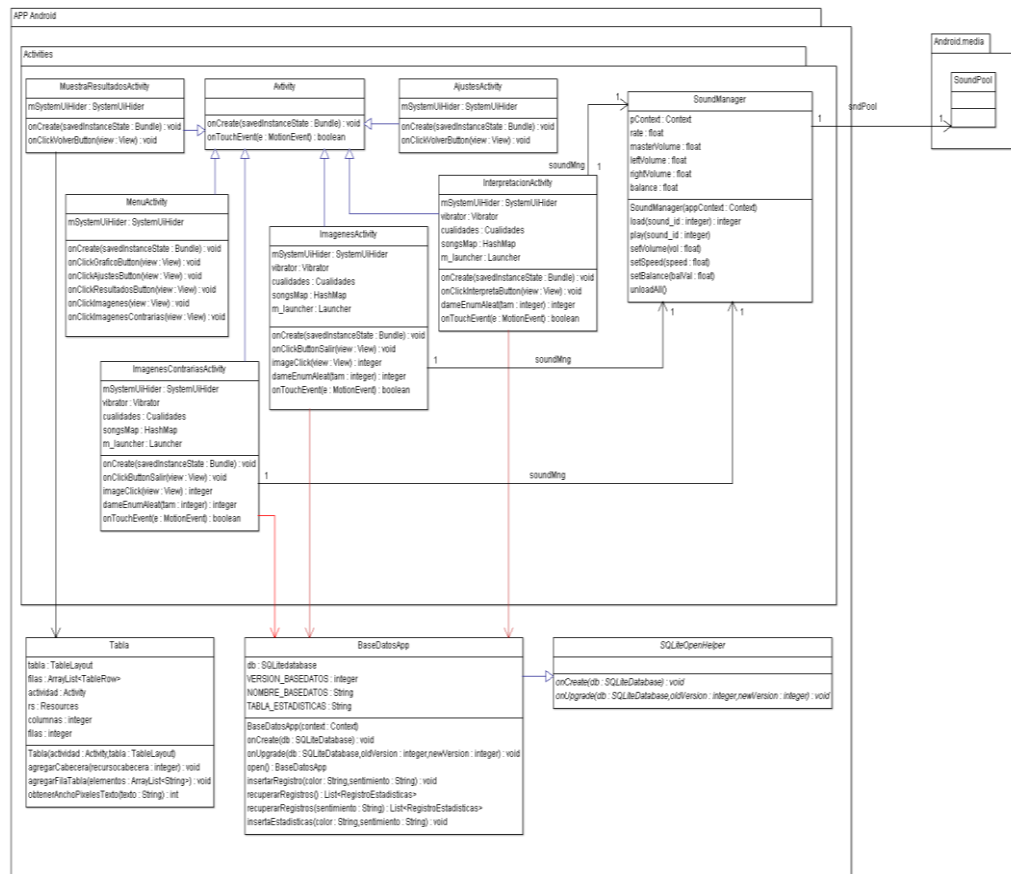


Figura 3.6. Diagrama de clases de la aplicación Android. Fuente: propia.

Una vez que el usuario ha marcado una de las imágenes, la aplicación dispone de la emoción con la que utilizara la biblioteca. Si es negativa, además de devolver la emoción representada con el color, la vibración y el sonido asociado, que se manifiestan en el teléfono, la aplicación presenta también un mensaje indicando que supone esa emoción y un consejo para mejorar a partir de ella. Si es positiva, además de mostrar la emoción mediante el color, la vibración y el sonido asociados, como en el caso anterior, la aplicación devuelve una recomendación para continuar con esa emoción.

3.2.3 Diseño de la base de datos

La base de datos será desarrollada en el lenguaje SQLite. Siendo la estructura definida por la figura 3.7. En la base de datos del dispositivo se va a guardar:

- **Sentimientos:**
Esta es la tabla que contiene las emociones definidas para este proyecto. Los campos que tiene la tabla son:
 - *id*: Identificador único con el que reconocer la emoción a guardar.
 - *ejeX*: Valor del eje X en el que la emoción está definida.
 - *ejeY*: Valor del eje Y en el que la emoción está definida.
 - *nombre*: Es el nombre de la emoción.
- **Datos almacenados de las emociones reconocidas:**
Son los datos recogidos y almacenados de los parámetros de color, vibración y sonido, junto con el sentimiento que el usuario ha asociado a la emoción a representar, es decir, los resultados obtenidos en todos los modos, explicados en el punto 3.2.2, de la aplicación en las que el usuario ha interactuado. Los campos que contiene la tabla son:
 - *id*: Identificador único con el que reconocer la estadística a guardar.
 - *fecha*: Fecha con la que se va a guardar la estadística.
 - *tipo_cualidad*: Este tiene tres posibles valores: color, vibración o sonido
 - *valor_cualidad*: Es el valor del tipo de cualidad.

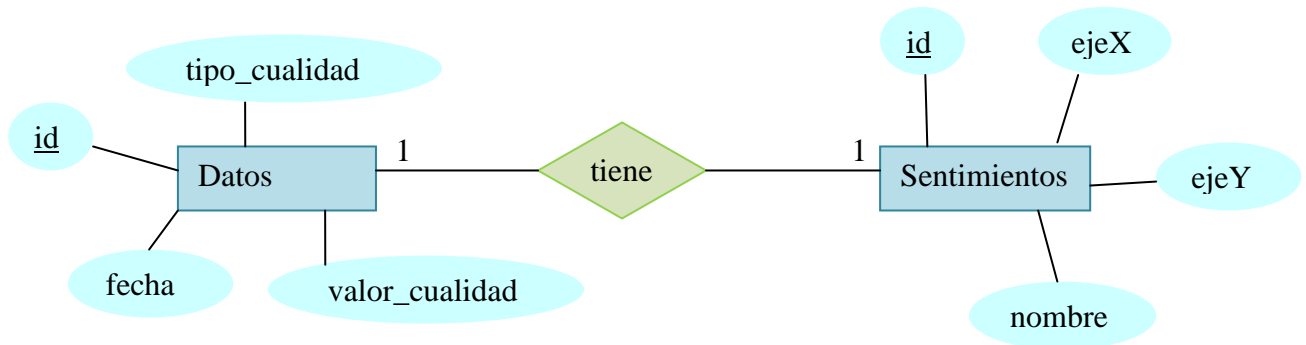


Figura 3.7. Diagrama entidad-relación de la base de datos de la aplicación. Fuente: propia.

El acceso a la base de datos en la aplicación será la definida en la figura 3.8:

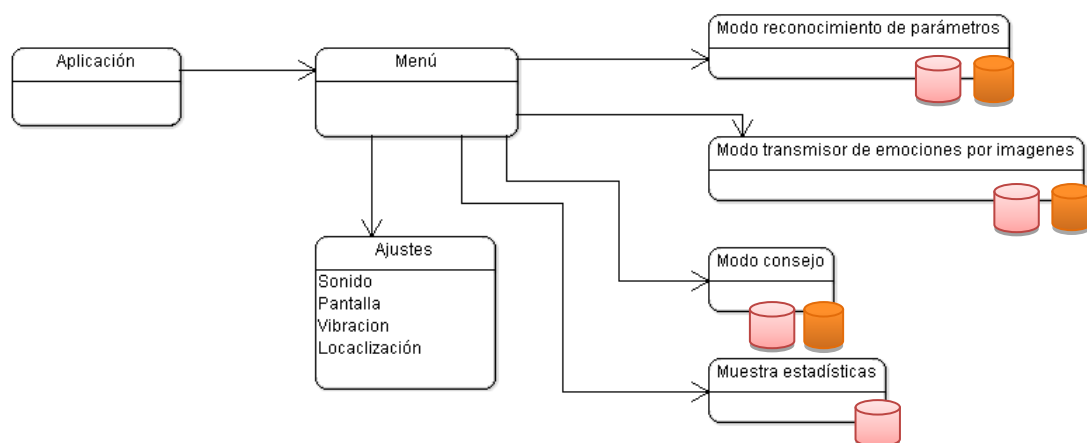
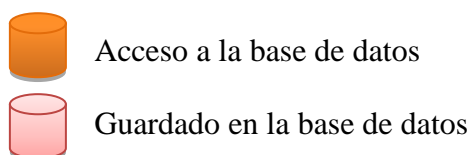


Figura 3.8. Acceso de la aplicación a la base de datos. Fuente: propia.



3.3 Implementación

Es este punto, se va a explicar la implementación realizada de la biblioteca, con las decisiones tomadas en el punto 3.2, además de la implementación de la aplicación de prueba, junto a la base de datos necesaria para guardar datos.

La biblioteca tiene varias clases, que se explicarán a continuación, que serán llamadas por la aplicación. Dicha aplicación tiene una serie de clases llamadas actividades que llamarán a la biblioteca, introduciendo la emoción que se quiere representar.

3.3.1 Implementación de la biblioteca

Para explicar este punto, lo primero es señalar que está constituida por módulos, en este caso las clases implementadas.

La clase **Cualidades.java** es la clase principal de la biblioteca que contiene toda la información necesaria para poder expresar una emoción dada. Dicha clase es llamada por la aplicación de prueba.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *color*: Id que contendrá el color a mostrar como fondo de pantalla de la emoción calculada.
- *música*: Id que contendrá el sonido que se va a reproducir de la emoción calculada.
- *vibración*: Frecuencia de vibración que depende de la excitación y la valencia de la emoción.
- *volumen*: Este es el volumen con el que se va a reproducir la canción anteriormente asignada.
- *speed*: Esta es la velocidad con la que se va a reproducir la canción anteriormente asignada.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *Cualidades()*: constructor que inicializa los datos a devolver
- *dameCualidades(String sentimiento)*: es el método que se encarga de asignar los valores a los atributos. Dado una emoción, accede a la base de datos para ver si hay colores asociados con dicha emoción, si no hay pone por defecto el color, la vibración y el sonido asociado a la emoción, si hay alguno en la base de datos, coge de manera aleatoria, siempre manteniendo el lugar de donde pertenece la persona que está usando la biblioteca.
- *dameCualidadesContrarias(String sentimiento)*: es el mismo método que *dameCualidades*, con la diferencia de que si es una emoción negativa, cambia el valor negativo de la valencia al positivo y devuelve además un consejo asociado a dicha emoción.

La clase **CalculaInterpretacion.java** recibe unos datos de entrada (valencia y excitación), siendo esto un punto en el eje de coordenadas XY. Esta clase se encarga de calcular la distancia entre el punto dado y las emociones ya definidas dentro de dicho eje, usando como referencia la teoría de Russell como se ha especificado en el punto 3.1.5. Es la clase encargada de devolver la emoción o emociones calculadas hacia el

motor de expresión emocional, en este caso a la clase principal **Cualidades**, explicada anteriormente.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *valencia*: Es el valor del eje x (valencia) que se le ha pasado a la clase, para poder calcular la emoción y poder pasarla al motor de expresión.
- *excitación*: Es el valor del eje y (excitación) que se le ha pasado a la clase, para poder calcular la emoción y poder pasarla al motor de expresión.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *CalculaInterpretacion(float valencia, float excitación)*: constructor que inicializa los atributos valencia y excitación para poder calcular la emoción.
- *calculaDistancia(float x1, double d, float y1, double e)*: Es el método que, dados dos puntos, emociones y el punto (valencia, excitación) que nos han pasado como datos de entrada, calcula la distancia entre ellos. La separación entre dos puntos se obtiene utilizando la distancia euclidiana (punto 3.2.1). Devuelve la distancia más cercana calculada entre ambos puntos. Si se quiere la emoción más cercana, llama al método *calcula_minimo* y si se quieren varias, llama al metodo *calcula_varios_minimo*.
- *calcula_minimo(float valores[])*: Es un método encargado de determinar qué emoción es la más cercana al punto dado por la valencia y la excitación. Se pasa como argumento del método un conjunto de valores, dichos valores son las distancias calculadas anteriormente. Devuelve el punto más cercano.
- *calcula_varios_minimo(float valores[])*: Es un método que se encarga que, dado un conjunto de distancias del punto que representa la emoción con las emociones ya definidas, devuelve un array con las emociones más cercanas, ordenadas por orden de distancia con respecto al punto dado.
- *dameSentimiento()*: Es el método que se encarga de devolver cual es el nombre de la emoción más cercana al punto dado. Este método es al que llama a la función *calculaDistancia*, para poder devolver el nombre de la emoción más cercana.
- *dameSentimientos()*: Es el método que se encarga de devolver los nombres de las emociones más cercanas al punto dado. Este método es al que llama a la función *calculaDistancia*, para poder devolver los nombres de las emociones más cercanas. LA diferencia con el método anterior es que este devuelve más de un sentimiento.

Estas son las dos clases más importantes de la biblioteca, pero hay otras definidas para poder tener en cuenta las interfaces de salida o las emociones para poder recoger los datos de la base de datos. Estas son las siguientes:

La clase **RegistroEstadisticas.java** es la clase que se define para poder leer y guardar las estadísticas en la base de datos SQLite.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *id*: Es el identificador único asignado al guardar este registro en la base de datos.
- *color*: Es el valor del color que ha sido asignado a la emoción asociada.
- *emocion*: Nombre de la emoción reconocida.
- *fecha*: Guarda la fecha en la que ha sido recogida dicha información.

La clase **Sentimiento.java** es la clase que se define para poder leer y guardar las emociones en la base de datos.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *id*: Es el identificador único asignado al guardar un registro de la emoción en la base de datos.
- *nombre*: Es el nombre asignado a la emoción.
- *ejeX*: Valor que corresponde al eje X de esa emoción asignada.
- *ejeY*: Valor que corresponde al eje Y de esa emoción asignada.

La clase **Vibracion.java** es la clase que define cuando una vibración está activa o no, el tiempo de reproducción y el tiempo que para la reproducción. Esta clase utiliza la librería UHL.jar.

Los métodos que tiene son los siguientes:

- *getVibrationON(Punto ejeXY)*: Dado un punto del eje, calcula el tiempo en el que tiene que estar reproduciendo la vibración.
- *getVibrationOFF(Punto ejeXY)*: Dado un punto del eje, calcula el tiempo en el que tiene que estar apagada la vibración.

La clase **MiColor.java** define un color dependiendo del punto dado por la valencia y la excitación. No tiene definido ningún atributo.

Los métodos que tiene son los siguientes:

- *getIntensidad(double ejeY)*: Dado un punto en el eje, calcula la intensidad de un color. Devuelve la intensidad con la que el color va a ser definido en el fondo de pantalla de la aplicación de prueba.
- *getLuminancia(double ejeX)*: Dado un punto en el eje, calcula la luminosidad de un color. Devuelve la luminosidad con la que el color va a ser definido en el fondo de pantalla de la aplicación de prueba.
- *cmykToRgb(int cyan, int magenta, int yellow, int black)*: Dado un color definido con el formato de color CMYK, lo convierte a RGB.

3.3.2 Implementación de la interfaz de uso (Aplicación Android)

La clase **SoundManager.java** es la clase que se encarga de definir las características que tiene que tener el sonido que va a ser reproducido, utiliza la biblioteca SoundPool.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *sndPool*: Instanciación de la librería SoundPool.
- *rate*: Es la velocidad de reproducción del sonido. Por defecto, tiene el valor 1.0 ya que debe reproducirse de manera normal. El rango de valores es de 0.5 a 2.
- *masterVolume*: Es el volumen con la que el sonido se va a reproducir en la aplicación. Por defecto tiene valor 1.0.
- *leftVolume*: Es el volumen con la que el sonido se va a reproducir en el altavoz izquierdo. Este valor depende del atributo *balance*.
- *rightVolume*: Es el volumen con la que el sonido se va a reproducir en el altavoz derecho. Este valor depende del atributo *balance*.

- *balance*: Es el valor necesario para saber por qué altavoz se va a reproducir el sonido. Por defecto tiene valor 0.5, para que se reproduzca por ambos, pero su rango de valores va de 0 a 1.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *SoundManager(Context appContext)*: constructor que llama a la biblioteca SoundPool para poder inicializarse.
- *load(int sound_id)*: Carga en la biblioteca de sonido un archivo de sonido definido por un id que se le asigna al cargarse al proyecto Android. Retorna el nuevo id asignado por la biblioteca SoundPool.
- *play(int sound_id)*: Reproduce un sonido cargado anteriormente y definido por el id asignado por SoundPool.
- *setVolume(float vol)*: Establece el volumen con el que se va a reproducir el sonido.
- *setSpeed(float speed)*: Establece la velocidad de reproducción con el que se va a reproducir el sonido.
- *setBalance(float balVal)*: Establece por qué altavoz va a ser reproducido el sonido.
- *unloadAll()*: Libera todos los sonidos cargados en la biblioteca.

Las clases que se van a definir ahora son las clases que definen la interfaz gráfica. Todas las clases heredan de una clase principal llamada **Activity.java** que está definida en la biblioteca de Android. Es una clase enfocada a la interacción entre aplicación y usuario de la misma.

Los métodos más importantes y los que se van a utilizar en las clases heredadas de esta clase son los siguientes:

- *onCreate(Bundle)*: es donde se crea la pantalla. Para poder crearla, es necesario llamar al método *setContentView(int)* con la definición de un fichero .xml ya definido de diseño de la interfaz de usuario.
- *onDestroy()*: es donde se destruye la pantalla. Puede llamarse de dos maneras, por el programador para liberar la actividad o porque el sistema está destruyendo temporalmente esta instancia de la actividad para ahorrar espacio.

La clase **MenuActivity.java** es la clase encargada de pintar la pantalla principal de la aplicación. Esta actividad llama al fichero *activity_menu.xml* para cargar en la aplicación el diseño que se ha definido en dicho fichero.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *onCreate(Bundle savedInstanceState)*: método en el que se crea la vista de la pantalla del menú. Se especifica que sea a pantalla completa, sin mostrar la barra de estado y quita el nombre de la aplicación en la parte superior. Además de poner la aplicación de forma fija en vertical.

Los siguientes métodos llaman a otras pantallas, cuando es apretado el botón correspondiente:

- *onClickGraficoButton(View view)*: Llama a la clase InterpretacionActivity.java
- *onClickImagenesContrariasButton(View view)*: Llama a la clase ImagenesContrariasActivity.java
- *onClickImagenesButton(View view)*: Llama a la clase ImagenesActivity.java

- *onClickAjustesButton(View view)*: Llama a la clase *AjustesActivity.java*
- *onClickResultadosButton(View view)*: Llama a la clase *MuestraResultadosActivity.java*

La clase **MuestraResultadosActivity.java** es la clase encargada de pintar la pantalla que muestra los datos de la base de datos. Esta actividad llama al fichero *activity_resultados.xml* para cargar la tabla definida y poder rellenar los datos leídos de la base de datos.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *onCreate(Bundle savedInstanceState)*: método en el que se crea la vista de la pantalla. Accede a la base de datos y pide la información, creando una tabla dinámica para poder mostrar dicha información. Se especifica que sea a pantalla completa, sin mostrar la barra de estado y quita el nombre de la aplicación en la parte superior. Además de poner la aplicación de forma fija en vertical.
- *onClickVolverButton(View view)*: Cierra la pantalla volviendo al menú principal.

La clase **AjustesActivity.java** es la clase encargada de pintar la pantalla que muestra las opciones que tiene el usuario para poder configurar la aplicación, puede escoger entre activar/desactivar el sonido y la vibración, además de configurar de donde es. Por defecto, Europa. Esta actividad llama al fichero *activity_ajustes.xml* para cargar las opciones disponibles para el usuario.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *onCreate(Bundle savedInstanceState)*: método en el que se crea la vista de la pantalla de los ajustes.
- *onClickGraficoButton(View view)*: Cierra la pantalla volviendo al menú principal, guardando la configuración escogida por el usuario.

La clase **InterpretacionActivity.java** es la clase encargada de pintar la pantalla que recoge los datos de entrada a través de unas puntuaciones sobre el estado anímico del usuario en ese mismo instante, pidiendo la excitación y la valencia que tiene. Una vez introducidos dichos parámetros, la aplicación le muestra el estado anímico en la que está y cómo reacciona el móvil simulando esa emoción. Esta actividad llama al fichero *activity_interpretacion.xml* para cargar el diseño establecido. La finalidad de esta actividad es simular la emoción introducida por el usuario.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *soundMng*: Instancia el manager de sonido.
- *vibrator*: Instancia el manager de la vibración.
- *cualidades*: Instancia la biblioteca desarrollada y explicada anteriormente.
- *songsMap*: Mapa que contiene los sonidos para agregarlos a *soundMng*.
- *m_launcher*: Es un lanzador (launcher en inglés) donde se crean las credenciales de la biblioteca de vibraciones y poder usarla.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *onCreate(Bundle savedInstanceState)*: método en el que se crea la vista de la pantalla, preguntando por el estado anímico del usuario. Siempre y cuando el sonido esté activo, carga los sonidos en *songsMap* y establece el volumen por defecto. Siempre y cuando la vibración esté activa, crea la credencial para poder usarla. Se especifica que sea a pantalla completa, sin mostrar la barra de estado y

quita el nombre de la aplicación en la parte superior. Además de poner la aplicación de forma fija en vertical.

- *onClickInterpretaButton(View view)*: Recoge los datos introducidos por el usuario en los RatingBar (definidos en el archivo XML) de excitación y valencia llamando a *CalculaInterpretacion*, introduciendo dichos datos. Dicho método devuelve las emociones más cercanas. Se llama a la biblioteca (*Cualidades.java*) y esta escoge la emoción más cercana al punto dado, devolviendo dentro del atributo *cualidades* las propiedades de color, vibración y sonido calculadas. Por último, establece en el dispositivo el fondo de pantalla, la vibración y el sonido devuelto por la biblioteca.
En este método, además se guarda la emoción reconocida, junto con los parámetros devueltos por la biblioteca para poder mostrarlos en las estadísticas.
- *onTouchEvent(MotionEvent e)*: Este método lo que hace es liberar los atributos, es decir, parar la vibración y el sonido cuando se toque la pantalla.

La clase **ImagenesActivity.java** es la clase encargada de pintar la pantalla que muestra cuatro imágenes asociadas a una emoción, una de cada cuadrante, para poder orientar al usuario que emoción quiere representar. Una vez que elige una, se muestran el resto de imágenes que representan el resto de emociones de dicho cuadrante. Esta actividad llama al fichero *activity_imagenes.xml* para cargar las imágenes y pintarlas.

Esta activity es igual que *InterpretacionActivity*, lo que las diferencia es la forma de introducir los datos para poder calcular la emoción que se quiere representar. Con lo que los métodos principales que tiene son los mismos que la anterior, con la diferencia de:

- *imageClick(View view)*: Este método tiene la misma funcionalidad que *onClickInterpretaButton* de la activity *InterpretacionActivity*, cambia de color el fondo de pantalla, activa la vibración y reproduce el sonido devuelto por la biblioteca.

La clase **ImagenesContrariasActivity.java** es la clase que muestra cuatro imágenes asociadas a una emoción, una de cada cuadrante, para poder orientar al usuario que emoción quiere representar. Cada cuadrante, tiene varias emociones, como se representa en la Figura 3.5. Una vez que elige una imagen, se muestran todas las imágenes que representan el resto de emociones de dicho cuadrante.

Esta actividad llama al fichero *activity_imagenescontrarias.xml* para cargar las imágenes y pintarlas. La finalidad de esta activity no es simular la emoción introducida por el usuario, sino dar una interpretación psicológica de lo que le pasa al usuario y ayudarle a que cambie dicho estado, si es negativo y si es positivo, ayudarle a que siga en ese estado, dándole un consejo para lograrlo.

Esta activity es igual que *ImagenesActivity*, lo que las diferencia es la forma de representar los datos calculados por la biblioteca (*cualidades*), es decir, no llama a *dameCualidades()*, sino que llama a *dameCualidadesContrarias()*. Con lo que los métodos principales que tiene son los mismos que la anterior.

3.3.3 Implementación de la base de datos

La base de datos hereda de la clase *SQLiteOpenHelper*, que gestiona la creación de bases de datos y gestión de versiones, ya que se encarga de abrir la base de datos si es que existe, creándolo si no lo está, y actualizarla según sea necesario.

La clase **BaseDatosApp.java** es la clase encargada de pintar la pantalla que recoge los datos de entrada a través de unas puntuaciones sobre el estado anímico del usuario en ese mismo instante, pidiendo la excitación y la valencia que tiene. Una vez introducidos dichos parámetros, la aplicación le muestra el estado anímico en la que está y cómo reacciona el móvil simulando esa emoción.

Los atributos que tiene son los siguientes:

- *db*: Estructura SQLiteDatabase que apunta a la base de datos que va a ser creada.

Los siguientes atributos son estáticos:

- *VERSION_BASEDATOS*: Es la versión que tiene la base de datos.
- *NOMBRE_BASEDATOS*: Nombre de la base de datos (sentimientosDB.db).
- *TABLA_ESTADISTICAS*: Es la definición de tabla de estadísticas para poder ser creada cada vez que se cree la base de datos.
- *TABLA_SENTIMIENTOS*: Es la definición de tabla donde se definen las emociones para poder ser creada cada vez que se cree la base de datos.
- *INSERT_SENTIMIENTOS*: Es la definición de las inserciones de las emociones que se van a insertar en la base de datos junto a sus puntos definidos en el eje XY.

Los métodos principales que tiene son los siguientes:

- *BaseDatosApp(Context context)*: Es el constructor de la base de datos.
- *onCreate(SQLiteDatabase db)*: Crea la base de datos, además crear las tablas y hacer las inserciones.
- *onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion)*: Cuando se cambia la base de datos es necesario llamar a este método para crear una nueva versión de la misma.
- *open()*: Abre la base de datos para poder leer o escribir en ella.
- *insertarRegistro(String cualidad, String sentimiento)*: Inserta registros de las cualidades calculadas por la biblioteca y la emoción asociada.
- *recuperarRegistros()*: Devuelve una lista de los registros insertados con anterioridad.
- *recuperarRegistros(String sentimiento)*: Dada una emoción, devuelve una lista de los registros insertados con anterioridad que tenga esa emoción.
- *recuperarSentimientos()*: Devuelve una lista con todos las emociones que se encuentran en la base de datos junto con el punto en el que se ha definido.
- *recuperarSentimiento(String sentimiento)*: Dado el nombre de una emoción, devuelve la información de la emoción.

Capítulo 4

Pruebas

4.1 Pruebas de la biblioteca

Para poder probar de manera adecuada la biblioteca, se va a probar que su funcionalidad es correcta a través de la herramienta JUnit, ya que es una herramienta opensource, que ha sido diseñada para poder automatizar las pruebas unitarias en Java. Los casos de prueba que se han desarrollado son módulos que contienen métodos que prueban una clase en concreto junto con sus métodos, por lo que por cada módulo/clase que se va a probar, se va a definir un módulo en concreto. Definiéndose de la siguiente manera:

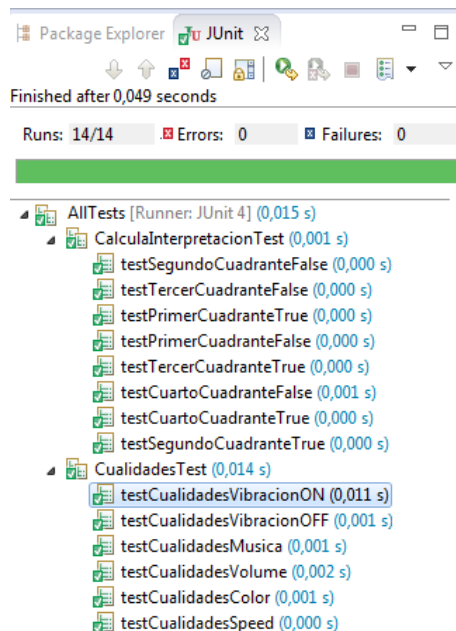


Figura 4.1. Resultado de las pruebas con JUnit de la biblioteca.

4.2 Pruebas de la aplicación.

Para el desarrollo de las pruebas de la aplicación no se ha hecho uso de ningún tipo de herramienta que valide la aplicación, simplemente el uso de la misma. Además se comprobará el correcto desarrollo de la aplicación y también si la biblioteca calcula si los parámetros de retorno son correctos. La aplicación responderá de una manera u otra a dichos datos, cambiando los sensores de salida expresando la emoción de la biblioteca. Con esto se podrá pasar las pruebas de integración.

Estas pruebas verifican que la aplicación y la biblioteca funcionan correctamente, aunque en este documento no se podrá mostrar el sonido ni la vibración que acompaña a la expresión emocional a través de las pruebas con la aplicación Android.

4.2.1. Modo reconocimiento de parámetros

El usuario de la aplicación marca la entrada de datos respondiendo a dos preguntas:

¿Cómo de feliz estás hoy?: En esta pregunta se establece la valencia de la emoción que va a ser representada.

¿Y tú grado de euforia?: En esta pregunta, se establece la excitación de la emoción que va a ser representada.



Figura 4.2.A. Recogida parámetros.



Figura 4.2.B. Valores parámetros



Figura 4.3. Resultado.

Como resultado, muestra las emociones más cercanas al punto dado, además de cambiar el color de fondo de pantalla. En este documento no se puede mostrar la vibración ni la música asociada.

4.2.2. Modo transmisor de emociones por imágenes:

Los parámetros de entrada, vienen definidos por las imágenes. El usuario debe presionar sobre la imagen que más se asemeje a la emoción que tenga en ese momento.



Figura 4.4. Emociones por cuadrante.



Figura 4.5. Emociones.

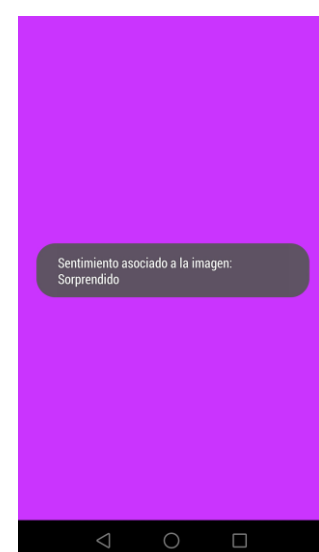


Figura 4.6. Resultado.

Como resultado, se muestra el fondo de pantalla del color que se asocia a la emoción de la imagen escogida. En este documento no se puede mostrar la vibración ni la música asociada.

4.2.3. Modo consejo

Los parámetros de entrada, vienen definidos por las imágenes. El usuario debe presionar sobre la imagen que más se asemeje a la emoción que tenga en ese momento. Como resultado, se muestra el fondo de pantalla del color que se asocia a la emoción de la imagen escogida, a diferencia del modo anterior, se puede observar que ahora lo que hace la aplicación es mostrar los sentimientos que esa emoción conlleva y un consejo para mejorar dicha emoción.



Figura 4.7. Emociones por cuadrante.



Figura 4.8. Emociones.

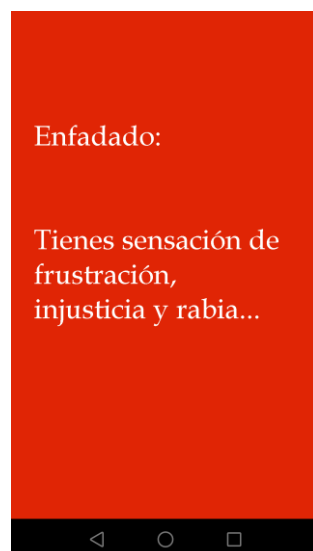


Figura 4.9. Lo que provoca la emoción.

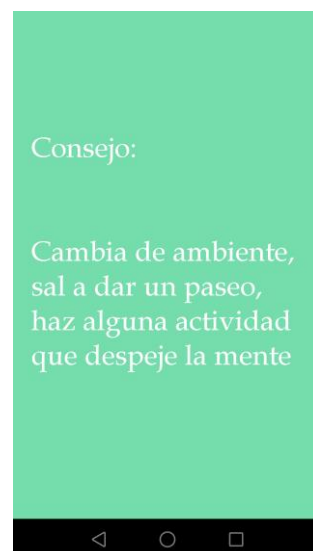


Figura 4.10. Consejo.

Con estas pruebas, se ha visto que las pruebas han pasado de manera correcta, que la aplicación se integra correctamente con la biblioteca.

Capítulo 5

Conclusiones y trabajo futuro

5.1 Conclusiones

El objetivo de este trabajo era la implementación de una de una biblioteca que devolviese unos parámetros de salida, para el posterior uso de los mismos en un Smartphone para poder expresar emociones, es decir, dotar a un dispositivo móvil inteligente de sentimientos.

Los dispositivos de salida que han sido utilizados en este proyecto para la expresión emocional han sido los que vienen por defecto en los dispositivos inteligentes, siendo estos la pantalla, reproductor de sonidos con formato mp3 y la vibración.

Esto ha sido una prueba básica que prueba que los dispositivos pueden expresar emociones al receptor de forma satisfactoria, aunque este solo sea el comienzo de un proyecto en el que queda mucha investigación por hacer. En un futuro, sería bueno ampliarlo para añadir nuevas formas de expresión.

Por último, es necesario recalcar que la interacción persona-ordenador está en continua evolución, puesto que la tecnología móvil cambia constantemente. Además, es una parte de la psicología muy nueva, y que necesita mucha más investigación.

5.2 Trabajo futuro

En el área de la Interacción Afectiva o AI así como en el ámbito de la interacción persona-ordenador o HCI, queda mucho trabajo por realizar y mucho por investigar, ya que es un tema en el que hay poco estudiado y es un tema que tiene mucho que ofrecer y aportar a la sociedad.

El trabajo puede mejorar en la integración de nuevos sistemas de expresión que se puedan incorporar a los smartphones, para poder integrarlos en la biblioteca y hacer una biblioteca más completa.

La aplicación que demuestra el correcto funcionamiento de la biblioteca es una simple muestra de todas las aplicaciones que se pueden desarrollar, como por ejemplo:

- Ayuda social: Para las personas que tengan problemas de expresión o reconocimiento de emociones. Por ejemplo, los autistas.
- Mascota virtual: Que la mascota virtual pueda interaccionar con su dueño, mostrándole las emociones que tiene en ese momento. Por ejemplo, cuando entre por la puerta, pueda expresar alegría.

- Reconocimiento de patrones en el lenguaje: Cuando dos personas mantienen una conversación por un chat, que el chat pueda expresar la emoción con la que el emisor la está expresando.
- Videojuegos: Cuando una persona juegue, que sea capaz de expresar lo que los personajes sienten. Además, si está en un nivel complicado, se pueda adaptar a la necesidad del jugador.
- Coche inteligente: Un coche que reconozca el estado en el que se encuentra el conductor y sea capaz de reaccionar ante ello. Por ejemplo, si el conductor se está quedando dormido, aumentar la luminosidad de las luces del salpicadero.
- Geolocalización de zonas peligrosas: Si una persona que está en un sitio que no conoce y se adentra en una zona peligrosa de la ciudad, el Smartphone le avisaría a través de la vibración.

Referencias

[1] Smartphones en España:

http://www.abc.es/gestordocumental/uploads/internacional/NP%20RED.ES_%20Informe%20ONTSI%2024%2007%2014.pdf

[2] Ciclo de vida del software:

<http://web.archive.org/web/20100331173931/http://www.cms.hhs.gov/SystemLifeCycleFramework/downloads/SelectingDevelopmentApproach.pdf>

[3] Ciclo de vida del software:

http://arantxa.ii.uam.es/~proyectos/teoria/C5_Proyectos%20de%20desarrollo%20software.pdf

[4] Joseph LeDoux (), *El cerebro emocional*

[5] Dalgleish, T. (2004). *The emotional brain*

[6] Walter Cannon (1927), *The James-Lange Theory of Emotions: A Critical Examination and an Alternative Theory*

[7] Stanley Schachter, Jerome Singer (1962), *Psychological Review*

[8] Izard, C. E.; Libero, D. Z.; Putnam, P.; Haynes, O. M. (1993). Stability of emotion experiences and their relations to traits of personality.

[9] Paul Ekman, Wallace V. Friesen. (1971), *Constants Across Cultures in the Face and Emotion*

[10] Robert Plutchik (2001), *The Nature of Emotions. American Scientist*

[11] James Russell (1980), *A circumplex model of affect. Journal of Personality and Social Psychology*

[12] Hugo Lövhelm (2012), *A new three-dimensional model for emotions and monoamine neurotransmitters*

[13] Afectiva

<http://www.affectediva.com/>

[14] EmotionSense:

<http://www.bbc.com/news/technology-22438588>

[15] Vestibles:

http://en.wikipedia.org/wiki/Wearable_computer

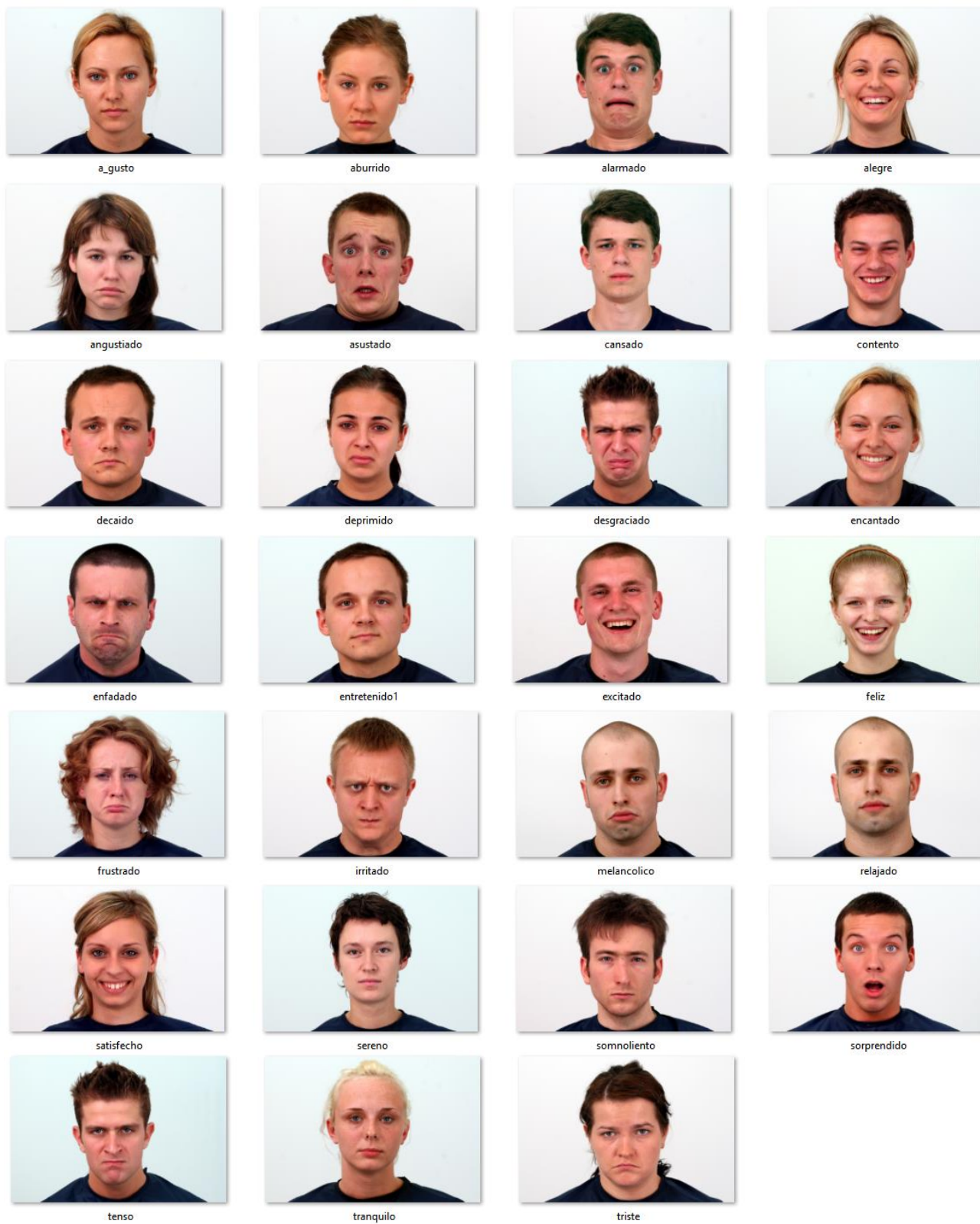
[16] Vestibles y la cultura:

<https://www.youtube.com/watch?v=gwtmk1ZjhY0>

- [17] **Estudio de vestibles:**
<http://research.gigaom.com/report/the-wearable-computing-market-a-global-analysis/>
- [18] **Livox:**
<http://www.livox.com.br/>
- [19] **Informe análisis smartphones:**
<http://www.ditrendia.es/informe-ditrendia-mobile-en-espana-y-el-mundo/>
- [20] Bethel, Cindy L. (2009), *Robots without faces: Non-verbal social human-robot interaction*
- [21] Michael Argyle (1987), *La psicología de la felicidad*
- [22] Eva h  ller (2008), *La psicología del color*
- [24] Buck, R. (1984), *The communication of emotion*
- [25] Norman, D. A. (2004), *Emotional design: why we love (or hate) everyday things.*
- [26] Scheeff, M.; Pinto, J.; Rahardja, K.; Snibbe, S.; and Tow, R. (2000), *Experiences with sparky, a social robot. In Proceedings of the Workshop on Interactive Robot Entertainment.*
- [27] Burt, B. (2001), *Star Wars, Galactic Phrase Book & Travel Guide*
- [28] Balkwill, L.-L., & Thompson, W. F. (1999), *A crosscultural investigation of the perception of emotion in music: Psychophysical and cultural cues. Music Perception, Thompson, y Matsunaga*
- [29] Scherer, K. R. (1979), *Nonlinguistic vocal indicators of emotion and psychopathology.*
- [30] Dr. Ramón Turr   (1913), *Els   r  gens de la representaci   de l'espai táctil*
- [31] James Gibson
- [32] Merleau-Ponty et la Sorbonne (1964), *Résumé de ses cours   tabli par les   tudiants, Bulletin de Psychologie*
- [33] El-Nasr, M. S., and Skubic, M. (1998), *A fuzzy emotional agent for decision-making in a mobile robot.*
- [34] **Información tecnología Java:**
<https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/util/Arrays.html>
- [35] **Imagen de las emociones de Russell:**
https://canvas.instructure.com/courses/773049/pages/stangor-10-dot-1-the-experience-of-emotion?module_item_id=4605651

Apéndice:

Imágenes de caras expresando emociones usadas en la aplicación:



Código de las pruebas:

CualidadesTest.java

```
import com.example.sentimientosartificiales.library.Cualidades;
import junit.framework.TestCase;

public class CualidadesTest extends TestCase {
    public Cualidades cualidades;
    public void testCualidadesColor() {
        this.cualidades = new Cualidades();
        String sentimiento = "Sorprendido";
        this.cualidades.dameCualidades(sentimiento);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(this.cualidades.getColor() == 1);
    }

    public void testCualidadesMusica() {
        this.cualidades = new Cualidades();
        String sentimiento = "Sorprendido";
        this.cualidades.dameCualidades(sentimiento);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(this.cualidades.getMusica() == 2);
    }

    public void testCualidadesSpeed() {
        this.cualidades = new Cualidades();
        String sentimiento = "Sorprendido";
        this.cualidades.dameCualidades(sentimiento);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(this.cualidades.getSpeed() == 17.5);
    }

    public void testCualidadesVibracionON() {
        this.cualidades = new Cualidades();
        String sentimiento = "Sorprendido";
        this.cualidades.dameCualidades(sentimiento);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(this.cualidades.getVibrOn() == 17.5);
    }

    public void testCualidadesVibracionOFF() {
        this.cualidades = new Cualidades();
        String sentimiento = "Sorprendido";
        this.cualidades.dameCualidades(sentimiento);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(this.cualidades.getVibrOff() == 17.5);
    }

    public void testCualidadesVolume() {
        this.cualidades = new Cualidades();
        String sentimiento = "Sorprendido";
        this.cualidades.dameCualidades(sentimiento);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(this.cualidades.getVolume() == 17.5);
    }
}
```

CalculaInterpretacionTest.java

```
import
com.example.sentimientosartificiales.library.CalculaInterpretacion;
import junit.framework.TestCase;

public class CalculaInterpretacionTest extends TestCase {
    public CalculaInterpretacion calcInterpr;

    public void testPrimerCuadranteFalse() {
        this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)4.5,
(float)3.5);
        String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
        System.out.println("1: "+resultado);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertFalse(resultado == "Excitado");
    }

    public void testPrimerCuadranteTrue() {
        this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)4.5,
(float)3.5);
        String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(resultado == "Feliz");
    }

    public void testSegundoCuadranteFalse() {
        this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)1.5,
(float)3);
        String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertFalse(resultado == "Excitado");
    }

    public void testSegundoCuadranteTrue() {
        this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)1.5,
(float)3);
        String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(resultado == "Alarmado");
    }

    public void testTercerCuadranteFalse() {
        this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)1.5,
(float)1.5);
        String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
        System.out.println("3: "+resultado);
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertFalse(resultado == "Excitado");
    }

    public void testTercerCuadranteTrue() {
        this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)1.5,
(float)1.5);
        String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
        // con esto verificamos que el resultado es el esperado
        assertTrue(resultado == "Triste");
    }
}
```

```

        public void testCuartoCuadranteFalse() {
            this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)3.8,
(float)1.5);
            String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
            System.out.println("4: "+resultado);
            // con esto verificamos que el resultado es el esperado
            assertFalse(resultado == "Excitado");
        }

        public void testCuartoCuadranteTrue() {
            this.calcInterpr = new CalculaInterpretacion((float)3.8,
(float)1.5);
            String resultado = this.calcInterpr.dameSentimiento();
            // con esto verificamos que el resultado es el esperado
            assertTrue(resultado == "Satisfecho");
        }
    }
}

```

AllTests.java

```

import org.junit.runner.RunWith;
import org.junit.runners.Suite;
import org.junit.runners.Suite.SuiteClasses;

@RunWith(Suite.class)
@SuiteClasses({CalculaInterpretacionTest.class, CualidadesTest.class})

public class AllTests {}

```


Sonidos usados en la aplicación:

Sistema Internacional de Sonidos Afectivos (IADS) es un conjunto estandarizado de 110 sonidos digitalizados, fiable y válido, para el estudio experimental de los procesos emocionales.

Tabla 1																			
Media y desviación típica en las dimensiones de valencia, activación y dominancia, de cada sonido del IADS (conjuntos 1 y 2) para el total de los participantes (N= 1.716), hombres (N=580) y mujeres (N=1.136) de la población española. Siendo ACT: Activación; VAL: Valencia, y DOM: Dominancia																			
		TOTAL						HOMBRES						MUJERES					
		VAL.		ACT.		DOM.		VAL.		ACT.		DOM.		VAL.		ACT.		DOM.	
N°	Descripción	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT
100	Gato	4,67	1,86	5,45	1,78	5,34	1,93	4,70	1,84	5,23	1,95	5,61	1,96	4,66	1,86	5,50	1,73	5,24	1,89
105	Lamento cachorro	4,29	2,63	5,50	2,14	4,86	2,29	4,76	2,47	5,22	2,13	5,10	2,34	4,16	2,68	5,60	2,16	4,77	2,29
106	Gruñido perro	2,65	1,57	7,47	1,60	2,96	2,05	3,19	1,78	7,08	1,61	3,40	2,04	2,50	1,49	7,57	1,60	2,83	2,05
109	Carusel	5,56	2,34	5,46	2,09	5,24	2,11	5,50	2,43	5,40	2,10	5,36	2,16	5,45	2,32	5,57	2,08	5,11	2,10
110	Risa bebé	8,59	1,08	4,71	2,47	6,60	2,16	8,38	1,14	4,10	2,36	6,81	2,17	8,64	1,05	4,92	2,48	6,54	2,15
111	Caja música	7,14	2,16	4,46	2,48	6,29	2,05	6,54	2,34	5,01	2,49	5,90	2,07	7,30	2,13	4,35	2,46	6,48	2,02
112	Niños parque	6,76	1,84	4,91	1,90	6,11	1,80	6,49	1,78	4,59	1,88	6,23	1,83	6,83	1,82	5,04	1,89	6,07	1,77
113	Vacas	5,67	1,74	4,46	1,92	5,95	1,91	5,68	1,64	4,44	1,90	6,27	1,92	5,61	1,75	4,50	1,92	5,82	1,90
115	Abejas	2,90	1,67	7,15	1,81	3,23	1,95	2,95	1,46	6,87	1,82	3,55	2,00	2,86	1,71	7,23	1,81	3,14	1,94
116	Avista	3,16	1,79	7,02	1,85	3,91	2,01	2,87	1,89	7,14	2,06	3,87	2,21	3,23	1,76	6,99	1,80	3,93	1,96
120	Gallo	5,14	2,14	5,82	2,08	5,21	2,12	4,96	2,13	5,54	2,27	5,49	2,27	5,20	2,15	5,87	2,02	5,16	2,07
130	Cerdo	2,82	1,78	7,02	1,84	3,71	2,14	2,93	1,76	6,91	1,86	3,81	2,18	2,75	1,76	7,07	1,85	3,65	2,14
132	Pollos	5,62	1,65	4,88	1,75	5,94	1,87	5,54	1,68	4,78	1,78	6,11	2,01	5,64	1,64	4,92	1,75	5,87	1,82
133	Oso	4,19	1,95	5,96	1,93	4,31	2,07	4,68	1,98	5,64	1,99	4,61	2,10	4,08	1,94	6,05	1,92	4,24	2,06
151	Cañal	7,48	1,59	3,60	2,20	6,80	1,89	7,45	1,37	3,22	2,09	7,10	1,91	7,47	1,65	3,72	2,23	6,67	1,88
152	Tropical	6,48	2,08	4,42	2,33	6,13	2,03	6,28	2,14	5,00	2,39	5,95	2,20	6,49	2,04	4,33	2,27	6,13	1,96
171	Noche campo	5,88	1,81	4,29	2,06	5,87	1,95	6,08	1,72	3,92	2,06	6,12	2,08	5,84	1,84	4,40	2,06	5,78	1,91
200	Pareja erótica	7,47	1,94	5,88	2,46	5,97	2,47	8,26	1,16	5,84	2,74	6,21	2,73	7,22	2,07	5,96	2,38	5,88	2,39
201	Mujer erótica 1	7,22	1,78	6,09	2,11	5,64	2,34	7,74	1,63	5,82	2,29	6,30	2,24	7,07	1,78	6,18	2,06	5,51	2,20
202	Mujer erótica 2	6,93	2,10	5,99	2,37	5,66	2,49	7,81	1,68	5,93	2,76	5,79	2,73	6,64	2,20	6,10	2,22	5,58	2,42
205	Mujer erótica 3	7,00	1,67	4,63	2,43	6,13	1,99	7,55	1,50	4,95	2,51	6,38	2,11	6,85	1,69	4,54	2,42	6,05	1,94
206	Ducha	7,26	1,67	3,22	2,09	7,29	1,73	6,92	1,69	3,44	2,12	7,19	1,64	7,35	1,67	3,24	2,10	7,27	1,75
210	Hombre erótico 1	6,83	1,76	5,87	2,06	5,73	2,09	7,10	1,83	5,46	2,17	6,13	2,27	6,77	1,73	6,01	2,02	5,65	2,00
215	Pareja erótica 2	7,11	1,95	6,06	2,34	5,75	2,37	7,60	1,79	6,46	2,50	5,57	2,60	6,94	1,98	5,99	2,26	5,77	2,29
216	Pareja erótica 3	7,38	1,68	6,21	2,04	5,81	2,12	7,76	1,46	5,73	2,32	6,22	2,27	7,28	1,72	6,37	1,95	5,69	2,04
220	Risa niño	8,15	1,49	5,11	2,43	6,57	2,11	7,76	1,72	5,25	2,38	6,22	2,21	8,25	1,41	5,17	2,43	6,64	2,06
221	Risa hombre	7,89	2,42	5,01	2,00	6,32	1,93	7,45	3,29	4,33	1,92	6,59	1,80	7,96	1,29	5,23	2,01	6,24	1,96
225	Juego palmas	6,57	1,65	4,37	1,87	6,49	1,68	6,32	1,51	4,31	1,97	6,48	1,65	6,63	1,69	4,46	1,85	6,44	1,68
226	Riéndose	6,91	2,11	5,84	1,98	5,53	2,08	6,57	2,17	5,10	1,94	6,00	1,99	7,02	2,09	6,07	1,95	5,42	2,07
230	Risa tonta	7,27	1,86	4,30	2,03	6,66	1,84	6,90	1,75	4,47	1,91	6,57	1,88	7,34	1,90	4,33	2,05	6,62	1,83
251	Sonarse nariz	4,22	1,79	4,35	1,98	5,71	2,02	4,16	1,90	4,54	2,04	5,77	2,07	4,21	1,76	4,32	1,98	5,64	2,01
252	Ronquido	4,04	2,22	5,38	2,62	4,72	2,40	3,94	2,29	5,40	2,64	5,06	2,56	4,06	2,19	5,35	2,63	4,63	2,34
254	Videojuego	5,22	1,89	5,69	1,91	5,66	2,08	5,72	1,69	5,52	1,98	6,26	1,76	5,04	1,89	5,72	1,87	5,47	2,10
261	Llanto bebé	2,83	1,70	6,83	1,74	4,04	2,06	2,93	1,81	6,76	1,82	3,87	2,06	2,79	1,65	6,85	1,74	4,06	2,05
262	Bostezo	5,35	1,77	2,74	1,76	6,39	2,17	5,57	1,70	2,61	1,69	6,60	2,19	5,29	1,79	2,77	1,77	6,30	2,17
270	Silbido	6,62	1,78	3,91	2,03	6,77	1,84	6,47	1,70	4,02	2,12	6,74	1,87	6,65	1,80	3,95	1,99	6,77	1,81
276	Grito mujer 2	1,59	1,21	8,05	1,50	2,32	1,71	1,98	1,66	7,78	1,54	2,98	1,96	1,48	1,01	8,13	1,50	2,13	1,59
277	Grito mujer 3	2,14	1,82	7,86	1,64	2,71	2,04	2,46	2,11	7,37	1,82	3,37	2,20	2,11	1,74	7,98	1,56	2,56	1,96
278	Abuso niño	1,62	1,36	7,68	1,62	2,95	2,15	1,92	1,64	7,47	1,62	3,68	2,48	1,56	1,29	7,72	1,64	2,74	2,04
279	Ataque 1	1,77	1,56	8,18	1,57	2,27	1,93	1,57	1,10	7,96	1,69	2,68	2,04	1,87	1,75	8,21	1,56	2,18	1,91
280	Entierro	3,67	1,97	5,45	1,98	4,73	2,03	3,60	1,76	5,43	2,00	4,85	2,11	3,69	2,05	5,48	1,98	4,68	2,01
285	Ataque 2	1,47	1,08	8,09	1,44	2,40	1,88	1,51	1,31	7,77	1,42	3,30	2,23	1,45	1,13	8,17	1,45	2,14	1,70
286	Victima	1,85	1,76	8,26	1,40	2,34	2,05	1,77	1,58	7,91	1,60	2,33	1,90	1,94	1,88	8,33	1,34	2,26	2,14
287	Paro cardíaco	2,40	1,58	7,13	1,87	3,36	2,04	2,37	1,64	6,76	1,86	3,68	2,25	2,40	1,55	7,18	1,86	3,30	1,97
290	Lucha	1,43	1,05	8,09	1,56	2,47	2,03	1,50	1,10	7,82	1,68	2,87	2,07	1,42	1,04	8,16	1,53	2,36	2,02
291	Merodeador	3,45	1,75	6,30	1,81	4,13	1,97	3,98	1,64	5,69	1,66	4,58	1,89	3,29	1,74	6,46	1,83	3,97	1,96
292	Grito hombre	1,71	1,37	7,61	1,71	2,70	2,01	2,13	1,67	7,21	1,90	3,09	1,96	1,62	1,27	7,70	1,65	2,59	2,02
310	Multitud 1	3,46	2,19	7,09	1,63	3,75	2,05	3,49	2,10	6,90	1,66	3,70	2,08	3,44	2,21	7,15	1,62	3,74	2,05
311	Multitud 2	5,03	1,45	4,73	1,93	5,53	1,74	5,34	1,54	4,58	2,06	5,73	1,91	4,95	1,41	4,80	1,89	5,46	1,67
319	Oficina 2	3,80	1,60	6,59	1,69	4,35	1,96	3,73	1,56	6,12	1,76	4,67	1,95	3,81	1,61	6,72	1,67	4,25	1,96
320	Oficina 1	4,23	1,56	5,91	1,82	5,03	1,91	4,02	1,53	5,69	1,86	4,99	1,94	4,32	1,58	6,00	1,81	5,02	1,88
322	Máquina escribir	4,25	1,42	5,56	1,80	5,45	1,86	4,27	1,33	5,29	1,79	5,58	1,91	4,25	1,43	5,64	1,79	5,40	1,84
325	Tráfico	4,63	1,36	5,13	1,74	5,33	1,69	4,56	1,41	4,87	1,80	5,41	1,67	4,63	1,37	5,23	1,73	5,29	1,69
351	Aplauso	7,55	1,45	5,19	2,02	6,67	1,79	7,41	1,44	4,86	2,04	6,30	1,95	7,59	1,44	5,32	2,02	6,71	1,74
352	Multitud deporte	6,37	2,37	6,12	2,05	5,56	2,32	6,68	2,31	6,16	2,25	5,69	2,39	6,21	2,42	6,18	1,98	5,48	2,33